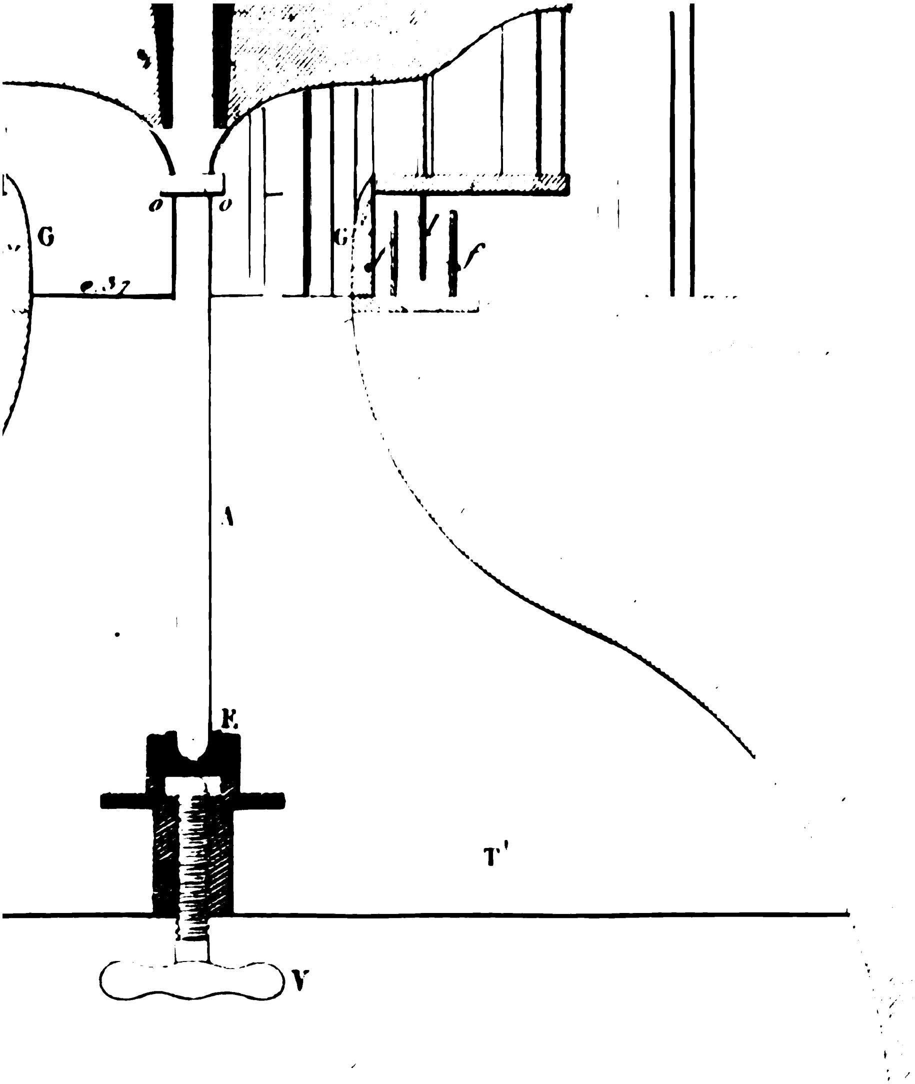


...mètres.

6o 7o 8o 9o 1 — — — 2 mètres

ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES
ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.

TROISIÈME SÉRIE.

TOME XV.

A PARIS,
CHEZ CARILIAN-GOEURY ET Vᵉ DALMONT,
LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,
Quai des Augustins, nos 39 et 41.

1839.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Directeur général. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'Ecole des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint.

MM.

Cordier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, président.

Brochant de Villiers, inspecteur général, membre de l'Acad. des sciences.

De Bonnard, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences.

Héricart de Thury, inspect. génér. membre de l'Académie des sciences.

Migneron, inspecteur général.

Berthier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, profess. de chimie.

Lefroy, inspect. génér. adjoint.

Voltz, inspect. génér. adjoint.

Guenyveau, ingénieur en chef, professeur de métallurgie.

MM.

Garnier, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général.

Dufrénoy, ingénieur en chef, inspect. des études de l'École des mines, profess. de minéralogie.

Élie de Beaumont, ingén. en chef, membre de l'Académie des sciences, profess. de géologie.

Combes, ingénieur en chef, prof. d'exploitation des mines.

De Cheppe, chef de la division des mines.

Le Play, ingénieur, secrétaire de la commission de statistique de l'Industrie minérale, secrétaire de la commission.

De Boureuille, ingénieur, secrétaire-adjoint de la commission.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés *sous le couvert* de M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, à *M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois.—Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

IMPRIMERIE DE A.-E. FAIN ET E. THUNOT,

IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,

RUE RACINE, 4, PLACE DE L'ODÉON.

NOTICE

Sur les mines d'argent de Kongsberg (Norvège);

Par M. DE LAROQUETTE, consul de France en Norvège.

La Norvège l'un des pays les plus montagneux de l'Europe, n'a point, à proprement parler, de chaînes distinctes, ainsi qu'on pourrait le croire en jetant les yeux sur les cartes qu'on en a tracées. Ses montagnes semblent avoir été semées pour ainsi dire sur tous les points de sa surface indistinctement, en ne laissant entre elles que des vallées étroites et de peu d'étendue, ou plutôt le pays tout entier n'est qu'une montagne dont les vallées et les parties les plus basses ne sont que des sillons et des cavités. D'après ce qui vient d'être dit on ne doit pas s'étonner que la Norvège possède un grand nombre de mines. Elle en a d'argent, de fer, de cuivre, de cobalt, de chrôme, et on y trouve même des mines d'or; mais ces dernières ne sont plus exploitées, parce que les frais d'exploitation dépassaient de beaucoup la valeur des produits. Je me propose, dans cette première notice, de donner quelques détails sur les mines d'argent de Kongsberg.

Ce fut le 16 juillet 1623 qu'un jeune berger nommé Jacob Christophersen Grosvold, en faisant paître les troupeaux de son maître dans les bois qui couvrent les hautes montagnes du Nummedal (1), traversées par la rivière de Lougen

(1) La cime de ces montagnes, appelées Johnsknuden, a 2.800 pieds norvégiens (878 mètres 36 cent.) d'élévation; elles sont situées dans la *Fogderie* de Nummedal et Sandsvers, partie sud-ouest de l'*Amt* ou préfecture de Buskerud, *Stift* ou grande préfecture d'Agershuus, appelé à cette époque Opslo.

(*Lougenelv*), découvrit, par hasard, les mines d'argent, dites de Kongsberg, les seules de cette espèce exploitées en Norvège. On fit venir immédiatement des mineurs de la Saxe et d'autres parties de l'Allemagne, et l'exploitation de ces mines commença la même année. La richesse des minerais qui en furent d'abord extraits détermina le roi de Danemark et de Norvège Christian IV, à les visiter en personne l'année suivante (1624), et la première mine dans laquelle on avait trouvé des indications d'argent fut nommée *Christianus quartus*, et plus ordinairement Mine du roi (*Kongens Grube*). La même année ce souverain fit construire une église pour les ouvriers et posa les fondements de la ville de Kongsberg (*montagne du Roi*), dans une vallée profonde et aride entourée de montagnes sauvages et arrosée par le Lougen, à 1 mille 1/4 (14.117^m) des mines, à 4 milles (45.179^m) de la ville de Drammen, et à 8 milles 1/4 (93.181^m) au sud-ouest de Christiania. Jusqu'en 1627 ces mines furent exploitées pour le compte du roi; mais à cette époque le gouvernement les concéda à une compagnie d'actionnaires qui devait faire tous les frais d'exploitation, donner au roi le dixième de l'argent, et en outre 3.000 rigsdaler pour l'inventaire. Il paraît que pendant les quatre premières années les mines produisirent environ 7.547 mark d'argent fin. Nous ne retracerons pas toutes les vicissitudes éprouvées par les mines de Kongsberg, passant et repassant des mains du roi dans celles des compagnies ou même de simples particuliers, donnant tantôt des bénéfices; par exemple sous le règne de Fréderic IV, où le produit de ces mines servit à alléger les charges de l'état; et tantôt occasionnant des pertes qu'on peut attri-

buer généralement à la direction peu habile des travaux, à la mauvaise administration et aussi à la cherté de la main-d'œuvre. Nous dirons seulement que malgré la découverte de nouvelles mines d'argent à peu de distance des anciennes, et les excellentes dispositions adoptées par Stuckenbrock qui en eut la direction en 1738, le produit net diminua insensiblement. La différence entre les recettes et les dépenses s'étant élevée enfin en 1803, à 232.980 rigsdaler, une résolution royale du 24 octobre 1804 décida que l'exploitation serait abandonnée. On y renonça complétement en effet en 1806, à l'exception toutefois d'une seule mine appelée *Juliane-Marias Grube*, à l'est du Lougen, et à 2 milles de la ville de Kongsberg, qui avait produit en 1805 :

2.812 mark 2 lod d'argent fin,
1.489 livres de minerai dit *mittelerts*,
39 tonnes de minerai dit *scheiderts*,

et qui employait environ cinquante ouvriers.

Après que la Norvège eut cessé d'être unie au Danemark, le premier Storthing ordinaire assemblé en 1815 fixa son attention sur les mines d'argent de Kongsberg. Il accorda au mois de décembre de cette année 36.000 species (180.000 fr. environ), répartis en trois années consécutives pour l'ouverture de la mine dite de l'armée (*Armen Grube*) et pour la continuation de l'exploitation de la galerie du prince royal Fréderic (*Kronprinds Frederiks Stoll*). Le second Storthing ordinaire alloua également pour trois ans une somme annuelle de 24.000 species (120.000 francs), dont 19.000 (95.000 francs) étaient, il est vrai, destinés au payement des pensions dues aux anciens employés, etc., et celui de 1821 accorda la même somme. Cependant quoique la mine

de l'armée fût en pleine exploitation, et qu'on eût introduit de notables améliorations dans la manière d'exploiter, le Storthing de 1824 ne crut pas devoir autoriser le recommencement de l'exploitation d'une nouvelle mine appelée *Gottes Hülfe in der Noth*. La proposition faite par une compagnie anglaise de prendre à ferme l'exploitation des mines de Kongsberg fut rejetée par le roi en 1827. Cependant quoique les apparences fussent considérablement améliorées en 1830, le Storthing assemblé cette année proposa au gouvernement de vendre les mines d'argent de Kongsberg aux enchères publiques en fixant le minimum du prix à 75.000 species (375.000 francs), et de continuer de les faire exploiter au compte de l'état dans le cas où cette mise à prix ne serait pas couverte. Aucun spéculateur n'ayant offert même ce minimum, et le roi ayant été assez bien inspiré pour refuser d'approuver la mesure qui lui était soumise par le Storthing, les mines continuèrent d'être exploitées par l'état, et bientôt on eut sujet de se féliciter de cette détermination.

Ces mines qui avaient produit brut de 1624 à 1805, c'est-à-dire pendant l'espace de 181 ans, 2.360.140 mark d'argent fin (1), ou environ chaque année. . . . . 12.968 species
ne donnèrent pendant les dix années écoulées de 1805 à 1815 que 38.012 mark, ou. 3.801
et de 1816 à 1831, ces deux années incluses, c'est-à-dire pendant 14 ans, car il paraît que le produit fut presque

(1) Le mark poids de Norvège, pour les matières d'or et d'argent, équivaut à 0kil.,33993.

nul en 1818 et en 1825, 40.406 mark d'argent fin ou annuellement environ 2.886 species conformément au relevé ci-après :

ANNÉES.	PRODUIT BRUT en argent fin.			VALEUR du produit brut en species papier.		FRAIS ET DÉPENSES en species papier.		DIFFÉRENCES entre la valeur du produit brut et les frais et dépenses.			
								En plus.		En moins.	
	mark.	lod.	green.(*)	sp.	sk.	sp.	sk.	species	skill.	species.	skill.
1816	2.041	10	7 $\frac{15}{64}$	36.392	16	37.731	30	»	»	1.339	14
1817	3.510	12	14	70.354	31 $\frac{1}{2}$	125.265	65	»	»	54.911	33 $\frac{1}{2}$
1818	»	»	»	»	»	37.882	116	»	»	37.882	116
1819	1.103	7	3 $\frac{1}{8}$	15.000	»	31.391	42	»	»	16.391	42
1820	1.429	6	7 $\frac{19}{64}$	19.431	44 $\frac{1}{2}$	21.504	58 $\frac{1}{2}$	»	»	2.073	14
1821	3.302	»	13 $\frac{61}{64}$	62.562	116 $\frac{1}{2}$	153.150	53	»	»	90.587	56 $\frac{1}{2}$
1822	1.444	3	15 $\frac{23}{128}$	25.761	32	64.969	104	»	»	39.208	72
1823	674	12	3 $\frac{1}{4}$	25.075	33	65.816	51	»	»	40.741	18
1824	2.368	3	4 $\frac{1}{2}$	37.729	13	52.305	56	»	»	14.576	43
1825	»	»	»	5.520	»	45.563	119	»	»	40.043	119
1826	2.319	11	1 $\frac{7}{8}$	28.001	60	48.659	104 $\frac{1}{2}$	»	»	20.658	44 $\frac{1}{2}$
1827	2.806	13	9 $\frac{71}{128}$	32.751	116	43.646	64	»	»	10.894	68
1828	1.847	9	13 $\frac{7}{8}$	22.679	112	66.615	13	»	»	43.935	21
1829	2.498	2	1 $\frac{31}{64}$	30.926	27	46.993	24	»	»	16.066	117
1830	6.584	13	1 $\frac{21}{32}$	80.401	77	51.908	98 $\frac{1}{2}$	28.492	98 $\frac{1}{2}$	»	»
1831	8.481	1	1 $\frac{11}{64}$	105.710	52	66.127	35	39.583	17	»	»
	40.412	11	8 $\frac{11}{32}$	598.298	10 $\frac{1}{2}$	959.532	73	68.075	115 $\frac{1}{2}$	429.310	58 $\frac{1}{2}$
								429.310	58 $\frac{1}{2}$		
Excédant des dépenses sur les recettes de 1816 à 1831. . . .								361.234	63	ou 1.806.170 fr.	

(*) Le *mark* se divise en 16 *lod*, et le *lod* contient 18 *green*.

Ce qui porte le terme moyen annuel des pertes ou de l'excédant des dépenses sur les recettes pendant les 16 années ci-dessus à 22.577 species papier de Norvège (112.885 fr.). On voit aussi dans le relevé ci-dessus que c'est à partir de l'année 1830, c'est-à-dire la même année pendant laquelle le Storthing faisait mettre aux enchères pour un vil prix les mines de Kongsberg sans qu'il se présentât d'enchérisseur, que le produit de ces mines a commencé d'augmenter et que les recettes ont dépassé les dépenses. L'année suivante cet état s'améliora encore, mais c'est surtout de 1832 qu'il faut dater la prospérité des mines. A cette époque, en suivant un filon connu depuis longtemps, on arriva à un gîte très-riche; depuis ce moment les produits ont été hors de toute proportion avec ce qu'ils avaient été précédemment, et tout porte à penser qu'on n'a pas à craindre de diminution notable, pendant quelques années du moins. Le relevé ci-après fait connaître la situation économique des mines de Kongsberg, de 1832 à 1837.

Années.	Produit brut en argent fin.			Valeur du produit brut en species papier.		Frais et dépenses, y compris les pensions, en species papier.		Restant net en species papier.	
	mark.	lod.	green.	species.	skill.	species.	skill.	species.	skill.
1832	19.022	13	3 $\frac{11}{32}$	240.460	61	82.868	109	157.591	72
1833	18.885	14	1 $\frac{17}{64}$	229.695	35 $\frac{1}{2}$	81.688	51	148.006	104 $\frac{1}{2}$
1834	35.690	3	8 $\frac{15}{32}$	391.387	37	78.587	5	312.800	32
1835	21.700	8	9 $\frac{17}{64}$	226.263	66	73.206	118	153.056	68
1836	31.242	2	5 $\frac{11}{64}$	317.107	88	61.336	52	255.771	36
1837	23.240	2	11 $\frac{13}{64}$	235.136	118	94.878	25	140.258	93
	149.781	12	3 $\frac{22}{32}$	1.640.051	45 $\frac{1}{2}$	472.566	»	1.167.485	45 $\frac{1}{2}$

Il résulte de ce relevé que pendant les six dernières années les mines de Kongsberg ont

produit annuellement terme moyen 24.963 mark d'argent fin d'une valeur brute de 273.342 species papier (1.366.710 francs environ), que les frais se sont élevés à 78.751 species (393.805 francs environ), que, tous les frais quelconques payés, le restant net versé dans les caisses de l'état a été de 194.581 species (972.005 francs environ), et enfin que c'est pendant l'année 1834 que les mines ont été le plus productives.

Les mines de Kongsberg sont dans un terrain composé de schistes cristallins, savoir : de gneiss, de micaschiste et d'amphibolite. Ces roches présentent des strates particuliers dont la masse entière est plus ou moins imprégnée de particules de fer sulfuré, de cuivre pyriteux, de galène et de blende. C'est dans ces strates, appelés *Faldbaand* par les mineurs de Kongsberg, que se trouve le minerai d'argent, mais non immédiatement. Ces *Faldbaand*, comme les autres strates des schistes cristallins, sont traversés par des filons composés surtout de spath calcaire, ordinairement très-minces. Ce sont ces filons qui renferment les gîtes du précieux métal, seulement dans les espaces où ils traversent les *Faldbaand*. L'argent se trouve à l'état natif et à l'état sulfuré. A l'état natif il existe quelquefois cristallisé, plus souvent filiforme, et habituellement stratifié entre les couches du filon calcaire; à l'état sulfuré il accompagne ordinairement le fer sulfuré et le cuivre pyriteux.

Nous dirons en terminant cette courte notice que les montagnes dans lesquelles sont situées les mines de Kongsberg sont appelées :

Dronnigkollen, élevée de 2.500 pieds (784^{m},25) au-dessus du niveau de la mer;

Overbjerget, élevée de 1.500 à 2.000 pieds (470^{m},55 à 627^{m},40) au-dessus du niveau de la mer;

Underbjerget, élevée de 1000 pieds (313^{m},70) au-dessus du niveau de la mer;

Holtefjeld, dont la hauteur n'est pas exactement déterminée.

Nous ajouterons que les plus profondes des mines sont :

Celle dite *Seegen-Grottes*, qui a une profondeur de 1.800 pieds de Norvège (564^{m},66);

Celles de *Gottes Hülfe in der Noth* qui ont une profondeur de 1.400 pieds de Norvège (439^{m},18);

Celle dite *Armen-Grube*, qui a une profondeur de 1.200 pieds de Norvège (376^{m},44).

Quant aux autres mines, elles sont moins profondes.

Mon savant ami M. Keilhau, professeur de minéralogie et de géologie à l'université de Christiania, dont le talent ne peut être surpassé que par l'extrême obligeance et la modestie, a bien voulu me sacrifier quelques instants et jeter un coup d'œil sur cette notice pour me mettre en état de la rendre moins imparfaite. J'en ai au surplus puisé les éléments économiques dans des documents officiels.

NOTICE GÉOLOGIQUE

Sur les gîtes de minerai de fer du terrain néocomien du département de la Haute-Marne (1);

Par M. E. THIRRIA, Ingénieur en chef des mines.

Considérations préliminaires.

Les dépôts de minerais de fer qui alimentent les nombreux hauts-fourneaux du département de la Haute-Marne, se rapportent à quatre époques différentes qui sont : 1° l'époque du premier étage du terrain jurassique qui ne comprend qu'un seul gîte en exploitation, celui de Farincourt, situé en couche dans la partie inférieure du premier étage du terrain jurassique; 2° l'époque du deuxième étage du même terrain qui comprend un grand nombre de gîtes, savoir ceux de Latrecé, Chateauvilain, Orges, Blessouville, Montfaôn, Villiers-le-Sec, Jonchery, Laharmand, Maraux, Prey-sous-la-Fauche, Percey-le-Petit, Isone, Ossey, Mont-Saugeon et Dommarien, lesquels forment deux couches très-voisines, dites l'une mine grise et l'autre mine

(1) Nous avions donné à ce terrain le nom de Jura-crétacé dans notre mémoire sur le terrain jura-crétacé de la Franche-Comté (*Annales des mines*, 3e série, tom. X, page 25), parce qu'il forme une sorte d'intermédiaire sous le rapport paléontologique entre le terrain jurassique et le terrain crétacé; mais plusieurs géologues ayant adopté le nom de néocomien, nous n'hésitons pas à le substituer à notre première dénomination, pour éviter toute confusion, quoique ce nom ne nous paraisse pas bien choisi, par la raison que le terrain dit néocomien ne se présente pas à Neufchâtel avec la série complète de ses assises.

noire, dans la partie inférieure des marnes oxfordiennes du deuxième étage jurassique; 3° l'époque du terrain *néocomien* à laquelle se rapportent les gîtes qui sont l'objet de cette notice; 4° enfin l'époque diluvienne de laquelle dépendent des gîtes constitués par des minerais d'une formation plus ancienne, déplacés de leur position originaire par les eaux diluviennes, savoir : ceux de Poissons, Saint-Urbain, Montreuil, Thonnance, Osne-le-Val, Sailly et Noncourt, qui proviennent des gîtes du terrain néocomien; ceux de Nijon, Champigneuille, Huilécourt et Pouilly, qui sont constitués par des minerais pisiformes de l'âge des terrains tertiaires supérieurs remaniés par les eaux diluviennes (1), et les gîtes dits mines rouges qui se trouvent à la surface du sol près des dépôts de minerais du deuxième étage jurassique, et qui sont dus à un remaniement de ces dépôts, opéré presque sur place.

Le terrain néocomien de la Haute-Marne dif-

---

(1) Les minerais de fer pisiformes de l'est de la France, dont l'âge géognostique n'a pu être déterminé jusqu'à présent d'une manière certaine, appartiennent très-probablement aux terrains tertiaires supérieurs, car des gîtes récemment découverts dans le département de la Côte-d'Or sur les territoires des communes de Beire-le-Châtel et du Magny-Saint-Médard, dans le canton de Mirebeau, et qui ont la plus grande analogie avec les gîtes bien en place des environs de Belfort et de Gray, se présentent immédiatement au-dessus d'assises peu puissantes de calcaires compactes avec Planorbes et Lymnées empâtant un grand nombre de grains de minerai et superposés à un petit dépôt de gault et de craie bien caractérisé par ses débris organiques; et ces gîtes sont recouverts sur une hauteur de quelques mètres, par des bancs de calcaire marneux également de formation lacustre.

fère un peu par ses caractères pétrographiques des assises qui lui correspondent dans le terrain néocomien de la Franche-Comté et du Jura neufchâtelois, mais il est identique avec lui par ses caractères paléontologiques. Il constitue évidemment l'étage inférieur du terrain du grès vert (1) très-développé dans ce département, relation qui n'est pas évidente en Franche-Comté et en Suisse, à cause de l'absence des assises moyennes et supérieures du grès vert; et il repose à stratification discordante sur les calcaires portlandiens du troisième étage jurassique, lesquels sont tout à fait semblables à ceux qu'on observe dans les chaînes du Jura.

L'étage moyen du grès vert, qui est superposé immédiatement au terrain néocomien, est constitué par des assises de grès et de sables caractérisés par leurs couleurs verdâtres; nous lui donnerons le nom de terrain des sables verts.

Enfin l'étage supérieur du grès vert, que recouvre la craie, se compose d'un dépôt puissant d'argile et de marne argileuse qui correspond au gault des Anglais, et que pour cette raison nous appellerons terrrain du gault.

Les trois étages du terrain du grès vert sont parfaitement développés dans l'arrondissement de

---

(1) Quoiqu'il puisse résulter quelque confusion de l'emploi du même mot pour désigner un tout et ses parties, nous préférons donner le nom de terrain à chacune de nos divisions artificielles du grès vert, plutôt que de nous servir de l'expression formation qui est employée par quelques géologues comme synonyme de terrain, et qui, en outre, a l'inconvénient de faire supposer des circonstances d'origine communes aux diverses parties du groupe auquel on l'applique, tandis que leurs rapports de formation ne sont, en aucun cas, parfaitement connus.

Vassy. La superposition du terrain néocomien au troisième étage du terrain jurassique peut y être observée en un grand nombre de points, notamment dans les environs de Vassy et de Saint-Dizier; mais la craie n'existe pas dans la Haute-Marne. Pour l'observer, il faut aller dans le département de l'Aube jusqu'à Chavange, village situé à une lieue de la limite occidentale de la Haute-Marne, d'où l'on voit la craie former une grande falaise qui se dirige du sud-ouest au nord-est, vers Vitry-le-Français. On ne peut voir à Chavange ni dans ses environs la superposition de la craie au terrain du gault, attendu que le sol est tout à fait plat à l'ouest de Vassy à partir de Montiérender, et que la vaste plaine qu'il forme est recouverte de terrain diluvien qui masque les couches supérieures du gault, ainsi que la partie inférieure de la craie entamée par la dénudation qui a formé cette plaine. Mais l'examen des ravins et des fossés qu'on rencontre çà et là fait connaître, d'une part, que le gault doit être de même nature aux points de contact que dans ses couches argileuses supérieures qui existent près de Montiérender et de Bailly-le-Franc; et, d'autre part, que la craie doit être à ce contact ce qu'elle est à Chavange, c'est-à-dire une masse crayeuse blanche avec quelques nodules de pyrite de fer, dépourvue de silex et sans sable chlorité.

La direction du nord-est au sud-ouest qu'affecte la falaise de la craie à l'ouest de Vassy, est sensiblement parallèle aux lignes d'affleurement des surfaces de contact des trois étages du terrain du grès vert et de sa superposition au terrain jurassique, ainsi qu'aux limites des trois étages de ce terrain, de sorte qu'il semble que la mer an-

cienne, dans laquelle se sont formés les dépôts jurassiques et crétacés, s'est retirée d'une manière uniforme et régulière dans la partie de son vaste bassin, qu'occupe aujourd'hui le sol du département de la Haute-Marne.

On reconnaît aisément que le terrain du grès vert, et particulièrement le terrain néocomien, tout en paraissant faire suite au terrain jurassique, se sont déposés sur une surface plus ou moins dénudée de ce terrain, et ont rempli les dépressions qu'elle présentait, sans succéder constamment à certaines de ses assises : en effet, plusieurs des couches jurassiques supérieures manquent souvent aux points de contact des deux terrains; la stratification des couches contiguës n'est pas continue, les strates du terrain néocomien s'appliquant quelquefois en biseaux sur ceux du terrain jurassique; et une même couche du terrain néocomien se présente à un niveau variable, relativement à certaine couche du terrain jurassique. En outre, on doit admettre que le terrain jurassique a été relevé comme dans les chaînes du Jura, mais avec beaucoup moins d'intensité, antérieurement au dépôt du grès vert, puisque les deux terrains offrent des inclinaisons différentes, les assises du grès vert étant presque horizontales, tandis que les strates du terrain jurassique sont inclinés généralement de 8 à 10 degrés à l'horizon. Toutefois, cette différence d'inclinaison n'est pas assez grande pour pouvoir servir seule à déterminer si une couche appartient à l'un ou l'autre des deux terrains. Les caractères minéralogiques sont nécessaires pour cette détermination qui devient facile quand on les a bien étudiés.

Il résulte de la disposition presque horizontale

des strates du terrain du grès vert, de leur recouvrement à niveau décroissant, et des faibles inégalités du sol constitué par ce terrain, qu'il est difficile d'avoir la succession complète de ses différentes assises. Pour y parvenir, il faut comparer des couches situées à des hauteurs différentes dans plusieurs coupures du sol, et s'assurer qu'elles sont identiques. On arrive ainsi à connaître toute la série que présenterait une coupe verticale faite dans le terrain, là où toutes les assises seraient en recouvrement.

Avant de décrire le terrain néocomien et les deux gîtes de minerai de fer qu'il renferme, jetons un coup d'œil sur les deux étages supérieurs du terrain du grès vert.

Terrain du Gault.

Le terrain du gault se compose d'un dépôt argilo-marneux, dont la puissance doit atteindre 100 mètres au moins. Il ne se présente nulle part avec cette puissance, mais on peut la lui assigner d'après la grande distance que l'on parcourt, dans le sens de la pente de ce terrain légèrement incliné vers le nord-ouest, entre Vassy et Chavange, avant d'arriver à la craie. Le point où il se montre avec plus de puissance est le lieu dit les Côtes-Noires, sur les bords de la Marne, près du village de Moelain, à une lieue au sud-ouest de Vassy. Là il forme un escarpement haut de 40 mètres environ, à la base duquel se montrent les sables verts, sur une hauteur de 2 à 3 mètres. La partie moyenne de l'escarpement est constituée par une marne endurcie noirâtre, et sa partie supérieure présente une masse argileuse de couleur bleuâtre.

L'assise du gault qui recouvre les sables verts est généralement composée d'une marne argileuse bleuâtre, toujours plus ou moins sablon-

neuse. A mesure qu'on approche du contact de la craie, les marnes deviennent de plus en plus argileuses, et elles prennent une teinte jaunâtre ou verdâtre, d'abord par taches, puis par alternances, et enfin dans toutes les couches. Ainsi à Valcourt et aux Côtes-Noires, les assises inférieures du terrain du gault ont toutes une couleur bleuâtre très-foncée; aux tuileries de Montiérender et de Droyes, les assises moyennes du gault sont composées de couches alternantes d'argiles bleuâtres et d'argiles bleues veinées de jaune et de vert; et à Bailly-le-Franc, les assises supérieures du gault sont formées de couches argileuses jaunâtres ou verdâtres qui alternent avec quelques minces couches d'argile bleuâtre. Les fossiles sont assez abondants, mais peu variés dans le terrain du gault de la Haute-Marne, surtout dans les couches inférieures. Nous avons recueilli les suivants (1) :

Serpula.
Ammonites.
Rostellaria.
Buccinum?
Tornatella?
Anomia.
Plicatula pectinoides Sow.
Lima (n. sp.).
Inoceramus concentricus Sow.
Id. *sulcatus* Sow.
Cucullæa.
Arca glabra? Gold.
Ostrea lateralis Nilsson.
Pecten.

Le terrain du gault a une faible inclinaison, toujours parfaitement concordante avec celle des deux étages inférieurs du grès vert.

Terrain des sables verts.

Le terrain des sables verts a une puissance d'environ 15 mètres. Il se compose de deux assises distinctes : l'assise supérieure, que recouvre im-

(1) M. Voltz a bien voulu examiner la plupart des fossiles indiqués dans cette notice, et nous aider à les déterminer.

médiatement le terrain du gault, est constituée par des couches de sable siliceux vert, à grains fins, qui alternent avec des couches de sable blanc également à grains fins; sa puissance est d'environ 8 mètres. L'assise inférieure, puissante d'environ 7 mètres, est formée par un sable siliceux jaune, à gros grains, que l'on voit en quelques points, notamment à Valcourt, passer à un grès très-dur, et par un sable un peu argileux qui repose sur le terrain néocomien, dont les couches supérieures sont argileuses, ainsi que nous le dirons ci-après. Ces différentes espèces de sables sont plus ou moins réfractaires : on emploie le sable vert pour le moulage des fontes, auquel il est éminemment propre; le sable blanc, pour faire la sole des fours à réverbère destinés au chauffage des massiaux provenant des fours à puddler, et le sable argileux inférieur, pour la confection des creusets et des étalages des hauts-fourneaux.

Le terrain des sables verts se montre bien développé et superposé d'une manière évidente au terrain néocomien sur les territoires des communes d'Allichamp, Louvemont et Attancourt.

Nous n'avons observé dans ce terrain aucun débris organique.

Terrain néocomien.

Nous avons déjà dit que le terrain néocomien de la Haute-Marne reposait à stratification discordante sur les calcaires compactes ou marneux du troisième étage du terrain jurassique, mais que la différence d'inclinaison était peu sensible. Sur quelques points, des couches appartenant aux deux terrains sont à peu près dans un même plan de stratification, ce qui provient de ce que le terrain néocomien s'est déposé sous une faible inclinaison dans des dépressions du terrain jurassique stra-

tifié aussi presque horizontalement; ailleurs, on voit une même couche plus ou moins puissante du terrain néocomien reposer sur des couches différentes du terrain jurassique, ou une même couche du terrain jurassique être recouverte par des couches différentes du terrain néocomien, ce qui est dû aux ravinements plus ou moins profonds du bassin jurassique qui a reçu le terrain du grès vert, et au défaut de parallélisme des formations jurassiques et crétacées; enfin en considérant le terrain néocomien sur de grandes étendues superficielles, on reconnaît que ses couches sont interrompues par des monticules portlandiens, qui devaient former des inégalités sous-marines et même des îlots, dans la mer crétacée où s'est formé ce terrain.

La puissance du terrain néocomien est d'environ 70 mètres. Il se compose de trois assises distinctes : la première ou la plus élevée est constituée par un dépôt d'argiles grises, vertes, jaunes ou rose-bigarrées, auxquelles sont subordonnées des couches de sable siliceux de couleur variable passant à un grès tendre, et un banc de minerai de fer en oolites miliaires disséminées dans une argile plus ou moins endurcie; l'assise moyenne présente des alternances de calcaires marneux, marno-compactes ou compactes de couleur jaunâtre, de calcaires lamellaires rougeâtres et de marnes bleuâtres ou jaunâtres; enfin l'assise inférieure est formée par un sable siliceux d'un jaune ocracé, renfermant des amas de fer hydroxidé en plaquettes géodiques et des couches subordonnées de calcaires marneux dolomitiques, d'argiles endurcies, de calcaires sableux rougeâtres et de calcaires oolitiques jaunâtres

ou rougeâtres à pâte un peu siliceuse et à tissu lâche.

Assise supérieure. — Argiles avec minerai de fer en oolites miliaires.

L'assise supérieure dont la puissance totale est d'environ 25 mètres, offre dans le haut, immédiatement au-dessous du dépôt des sables verts, des couches d'argile grise alternant avec de minces couches de sable siliceux jaunâtre. On voit ensuite une argile verte dont les couches alternent avec des bancs d'argile jaunâtre, grisâtre ou bleuâtre. La puissance de ce dépôt argileux supérieur est d'environ 15 mètres. Il se montre bien développé à Saint-Dizier, près de la ferme Saint-Pantaléon, à Valcourt, à Humbécourt, à Allichamp, à Louvemont, à Attancourt et à Bailly-aux-Forges. On le voit dans la plupart de ces localités, au-dessous des sables verts et immédiatement au-dessus du banc de minerai de fer oolitique. On l'observe, en outre, sur une hauteur plus ou moins grande, dans les nombreuses minières de l'arrondissement de Vassy, où il forme le toit des gîtes exploités. Il est caractérisé par de grandes huîtres plates d'une espèce nouvelle, par de grandes exogyres paraissant appartenir aux espèces *Exogyra subcarinata* Gold., et *Exogyra Couloni* Def., par des *Exogyra aquila* Gold., *Ex. sinuata* Sow., par des hamites et par de petites ammonites.

Voici l'ensemble des fossiles que nous y avons recueillis :

Serpula.
Ammonites splendens Sow. (et une autre espèce).
Hamites.
Exogyra subcarinata? Gold.
Id. *Couloni*? Def.
Id. *aquila* Gold.
Id. *sinuata* Sow.
Ostrea (de grandes dimensions) n. sp.
Terebratula depressa Lamk.
Id. *biplicata - acuta* de Buch.
Id. voisin du *rostrata* Sow.
Pholadomya Desh.
Cardium.
Arca glabra? Gold.
Pecten.
Plicatula inflata Sow.

La couche d'argile avec minerai de fer, située au-dessous du dépôt argileux renfermant les grandes huîtres, est puissante de 1^{m},20 à 1^{m},60. Elle est presque toujours jaunâtre et quelquefois noirâtre, très-consistante et entremêlée de quelques plaquettes ou nodules calcaires. Le minerai s'y présente disséminé en grains sphériques à couches concentriques, dont la grosseur ordinaire est celle du millet. Quelques-unes de ces oolites, et ce sont les plus petites, sont attirables à l'aimant. Des morceaux fragmentaires de fer hydroxidé d'une forme irrégulière et à surface lisse, et des plaquettes géodiques de minerai, semblables à celles de l'assise inférieure, accompagnent le minerai oolitique. On y observe aussi des noyaux bien sphériques de fer sulfuré de la grosseur d'une balle de fusil et parfois plus gros, avec des tiges bacillaires de la même substance. Ces noyaux et tiges offrent toujours une structure rayonnée du centre à la circonférence, et ils passent souvent au fer hydroxidé principalement à leur surface. Nous n'avons recueilli dans le minerai qu'un très-petit nombre de fossiles se rapportant aux genres Pholadomya et Venus?

Le minerai en oolites miliaires s'exploite partout à ciel ouvert. Le mètre cube de ce minerai coûte moyennement, sur les minières, 1 fr., savoir :

Frais d'extraction.	0$^{f.}$,80
Indemnité au propriétaire du sol.	0 , 20
Total.	1$^{f.}$,00

Et il revient, sur les ateliers de préparation, à 6$^{f.}$,75 le mètre cube, savoir :

Valeur sur les minières de $2^m,9$ de minerai brut à 1 fr.	$2^f,90$
Transport aux ateliers de préparation	2,50
Frais de bocardage et de lavage	0,75
Frais divers	0,60
Total	$6^f,75$

Le minerai propre à la fusion, transporté sur les hauts-fourneaux, à une distance moyenne de 4 kilomètres, revient à $8^f,65$ le mètre cube, pesant 1.600 kil. environ. On obtient les mille kilogrammes de fonte avec :

45 pieds cubes ou 2.610 kil. de minerai,
160 pieds cubes ou 1.120 kil. de charbon de bois,
10 pieds cubes ou 400 kil. de castine.

D'où il suit que le minerai en oolites miliaires rend 38 p. o/o de fonte par le traitement dans les hauts-fourneaux. Cette fonte affinée, soit au charbon de bois, soit à la houille, donne de bons fers.

Nous avons analysé les minerais oolitiques de Sommevoire et de Narcy, que nous avons trouvés composés comme il suit :

1° *Minerai de Sommevoire.*

Peroxide de fer	0,6300
Oxide rouge de manganèse	0,0140
Carbonate de chaux	0,0200
Acide phosphorique	0,0034
Alumine soluble	0,0340
Argile	0,1280
Eau et oxygène	0,1640
Perte	0,0066
	1,0000

D'après sa teneur en peroxide de fer, ce minerai renferme 43,7 p. o/o de fer métallique.

2° *Minerai de Narcy.*

Peroxide de fer.	0,6600
Oxide rouge de manganèse.	0,0400
Carbonate de chaux. . . .	0,0070
Acide phosphorique. . . .	0,0020
Alumine soluble.	0,0400
Argile.	0,0760
Eau et oxygène.	0,1650
Perte.	0,0100
	1,0000

Ce minerai, qui contient 45,7 p. 0/0 de fer métallique, est, avec le minerai du Mont-Gérard, le plus riche des minerais oolitiques de la Haute-Marne.

La couche de minerai de fer en oolites miliaires, quoiqu'exploitée depuis longtemps, présente des ressources immenses. Plus de 120 minières sont aujourd'hui en exploitation sur les territoires des communes de Sommevoire, Ville-en-Blaisois, Ragecourt, Vaux-sur-Blaise, Vassy, Louvemont, Prez-sur-Marne, Eurville, Narcy et quelques autres. Ces minières produisent annuellement 900.000 quintaux métriques environ de minerai propre à la fusion.

Le banc de minerai de fer oolitique repose sur une assise argileuse composée d'alternances d'argile d'une belle couleur rose et de sable siliceux d'une couleur variable. La première couche de cette assise, celle sur laquelle repose immédiatement le minerai, est assez souvent un sable rougeâtre à gros grains qui passe à un grès friable, toujours ferrugineux, de couleur jaunâtre avec veines noirâtres; sa puissance n'excède pas 0m,70. Le sable des couches inférieures est ordinairement blanchâtre, verdâtre ou rougeâtre, et ren-

ferme des rognons et plaquettes de grès ferrugineux rougeâtre ou brunâtre. La couleur rose n'est pas la seule qu'offre l'argile; elle est souvent parsemée de taches grisâtres, jaunâtres ou verdâtres, qui lui donnent une apparence marbrée ou bigarrée. La puissance totale de cette assise argilo-sablonneuse, base de l'assise supérieure, est de 8 mètres environ. Nous n'y avons observé d'autres débris organiques que des fragments de bois fossile pénétré de pyrite de fer.

Assise moyenne. — Marnes bleuâtres et calcaires jaunes.

L'assise moyenne est constituée par des argiles marneuses, des marnes et des calcaires lamellaires ou marneux en couches alternantes. Les argiles marneuses se présentent dans la partie supérieure, immédiatement au-dessous de l'argile rose marbrée. Elles sont grisâtres ou verdâtres, et alternent avec de minces bancs de calcaire lamellaire grisâtre ou jaunâtre en plaquettes chargées d'un grand nombre d'*Exogyra auricularis* Gold, et de petites *Ostrea* ressemblant à l'*Ostrea sandalina* Gold. Ce dépôt argileux renferme des cristaux, souvent fort gros, de chaux sulfatée trapézienne. Il offre en outre dans sa partie moyenne un banc de marne d'un bleu clair, dont la puissance varie de $0^m,60$ à $0^m,80$, et qui, par sa présence constante, forme un bon repère géognostique. L'assise argilo-marneuse a une puissance totale d'environ 12 mètres. Elle est caractérisée par la présence des fossiles suivants :

Exogyra aquila Gold.	*Ostrea sandalina* ? Gold.
Id. *auricularis* Gold.	*Pholadomya bucardina - obliquata* ? Voltz.
Id. *conica* Gold.	
Id. *harpa* Gold.	*Terebr.* voisin du *rostrata* Sow.

Aux argiles marneuses succèdent des alternances de calcaires renfermant un grand nombre de *Spatangus retusus* Lamk., et des marnes

avec cristaux de gypse (1). Les calcaires sont marneux, marno-compactes ou compactes, et toujours de couleur jaunâtre. Les marnes sont bleuâtres ou jaunâtres, et offrent, surtout dans la partie inférieure de l'assise, un grand nombre de nodules de fer pyriteux; elles dominent dans cette partie inférieure, tandis que les calcaires règnent presque exclusivement dans la partie supérieure de l'assise. Ceux qui sont subordonnés aux marnes inférieures ont quelquefois un caractère particulier: ils empâtent des fragments de la roche calcaire qui les constitue, et ont l'apparence d'une brèche, quand ces fragments sont nombreux.

L'assise moyenne est très-riche en fossiles, notamment à Bettancourt, Brousseval, Mertrud, Nomécourt et Morancourt. Nous avons recueilli les suivants :

Ossements d'*Emydes* (carapaces).
Dents et vertèbres de *Plesiosaurus*.
Dentalium.
Ceriopora anomalopora Gold.
Id. *milleporacea* Gold.
Alecto gracilis? Miln. Edw.
Diastopora gracilis Miln. Edw.
Astrea reticulata? Gold.
Spatangus retusus Lamk.
Cidaris Schmidelii Gold.
Serpula heliciformis Gold.
Id. (voisine du *S. socialis* Gold.)
Id. *gordialis serpentina* Gold.
Id. *conformis*? Gold.
Ammonites monile Sow.
Id. *asper* Merian.
Nautilus radiatus Sow.
Id. *simplex* Sow.
Turbo.
Pterocerus (n. sp.).
Id. *Pelagi* Al. Brong.
Rostellaria.
Buccinum.
Tornatella?
Ampullaria (n. sp. gigantesque, dont la spire est très-élevée).
Nerinea (n. sp.).
Trochus Rhodani? Al. Brong.
Exogyra aquila Gold.
Id. *auricularis* Gold.
Id. *haliotoidea* Gold.
Id. *harpa* Gold.
Id. *conica* Sow.

(1) M. Cornuel de Vassy, membre de la société géologique de France, qui se propose de publier une monographie géologique de l'arrondissement de Vassy qu'il étudie depuis plusieurs années, désigne ces calcaires sous le nom de *calcaires à Spatangues*, à cause du grand nombre de *Spatangus retusus* qu'ils renferment, et qu'on ne trouve pas dans les calcaires de l'assise inférieure.

Terebratula depressa Lamk.
Id. voisin du *rostrata* Sow.
Id. *biplicata - acuta* de Buch.
Ostrea colubrina Gold.
Pecten quinquecostatus Sow.
Id. (n. sp.).
Trigonia alæformis Sow.
Id. *crenulata?* Lamk.
Id. *nodosa* Agassiz.
Id. *sulcata* Agassiz.
Trigonia scapha Agassiz.
Arca glabra? Gold.
Cucullæa (gigantesque, n. sp.).
Cardium.
Gervillia (n. sp. gigantesque).
Corbula (n. sp.).
Cercomya Ag. (n. sp.).
Pholadomya Langii Thurmann.
Lima (n. sp.).
Avicula (n. sp.).

Assise inférieure. — Sable avec amas de minerai de fer en plaquettes et couches de calcaires oolitiques.

L'assise inférieure du terrain néocomien se compose d'un sable siliceux à gros grains, d'un jaune ocracé, qui passe quelquefois à un grès tendre, et qui renferme des amas de fer hydroxidé en plaquettes géodiques et des couches subordonnées de calcaires dolomitiques, de calcaires sableux plus ou moins durs et de calcaires oolitiques à pâte un peu siliceuse et d'un tissu lâche. On y observe en outre des bancs subordonnés de sable blanc micacé et à grains fins, d'argile endurcie jaunâtre ou bleuâtre, presque toujours un peu sablonneuse, et de calcaire lamellaire sablonneux roux en plaquettes entremêlées d'argile sablonneuse jaunâtre. Enfin des rognons et amas de grès ferrugineux rougeâtre, toujours peu consistant, se présentent çà et là dans le dépôt sableux. La puissance totale de l'assise inférieure du terrain néocomien est d'environ 20 mètres.

Les amas de minerai de fer existent dans la partie supérieure du dépôt de sable, car ils sont partout très-voisins et quelquefois même tout à fait au contact des marnes ou des calcaires bréchiformes de la partie inférieure de l'assise moyenne. Ils sont constitués par un fer hydroxidé en plaquettes géodiques, les unes juxta-posées et les autres entremê-

lées de sable ou de grès auquel elles adhèrent souvent très-fort. Leurs cavités sont remplies de sable rougeâtre ou de grès ferrugineux friable. Ces plaquettes sont presque toujours accompagnées de fer hydroxidé en oolites miliaires disséminées dans une argile sablonneuse endurcie et de couleur jaunâtre. Quelques-unes de ces oolites se présentent empâtées dans les plaquettes dont la texture semble parfois être un passage du minerai compacte au minerai oolitique. Il arrive aussi que des fragments de plaquettes et des oolites ferrugineuses sont empâtés dans les calcaires bréchiformes de l'assise moyenne qui avoisinent les gîtes de minerai, ce qui donne à ces calcaires l'apparence d'un conglomérat ferrugineux, par exemple aux minières de Bettancourt. Ainsi il existe une liaison intime sous le rapport minéralogique, entre les deux variétés de minerai de fer du terrain néocomien, puisque le minerai oolitique renferme des plaquettes de fer hydroxidé, comme nous l'avons dit en parlant de ce minerai, et que le minerai en plaquettes est accompagné d'oolites miliaires, tellement que chacun des deux minerais offre une sorte de passage d'une variété à l'autre. Mais, sous le rapport géologique, la différence de position n'est pas la seule qui distingue les deux minerais : ils diffèrent encore essentiellement par leur mode de gisement, le minerai en plaquettes ne formant pas une couche continue, mais bien des amas plus ou moins puissants et plus ou moins espacés, qui semblent n'être qu'un accident dans le dépôt sableux. Malgré l'irrégularité de ce mode de gisement, le minerai en plaquettes géodiques qui n'a encore été que peu exploité, et seulement aux

affleurements de l'assise inférieure, offre des ressources d'une grande importance, les amas qu'il constitue étant puissants et étendus, à en juger par ceux aujourd'hui exploités où le minerai se présente avec une puissance qui varie de 3 à 6 mètres. Ces gîtes d'ailleurs sont très-riches, puisque le minerai brut rend, par le bocardage et le lavage, 40 à 50 p. 0/0 en volume de minerai propre à la fusion, lequel produit par le traitement dans les hauts-fourneaux 42 à 45 p. 0/0 de fonte.

Le mètre cube de ce minerai coûte moyennement 0f.,70 sur les minières, savoir :

Frais d'extraction.	0f.,50
Indemnité au propriétaire du sol.	0 , 20
Total.	0f.,70

Et il revient sur les ateliers de préparation à 4f.,85 le mètre cube, savoir :

Valeur sur les minières de 2m,22 de minerai brut à 0f.,70.	1f.,55
Transport aux ateliers de préparation. . .	2 , 00
Frais de bocardage et de lavage.	0 , 70
Frais divers.	0 , 60
Total.	4f.,85

Transporté sur les hauts-fourneaux à une distance moyenne de 6 kilomètres, le minerai propre à la fusion coûte 7 fr. 67 cent. environ par mètre cube. Comme il contient une forte proportion de sable siliceux, on ne peut le traiter seul dans les hauts-fourneaux, et on le fond avec un tiers au moins en volume de minerai en oolites miliaires dont la gangue est argileuse, et une addition de castine Il exige à peu près la même consommation de charbon que le minerai ooli-

tique, c'est-à-dire, 1.150 à 1.200 kilogrammes par 1.000 kilogrammes de fonte produite. Cette fonte est plus estimée que celle provenant du minerai oolitique, et les fers qu'elle donne sont dits *fers demi-roche* du nom du minerai qu'on appelle *demi-roche*, soit parce qu'il a moins de consistance, à cause du minerai oolitique qui l'accompagne, que le minerai remanié dont nous parlerons ci-après, soit parce qu'il n'est que voisin des roches calcaires au milieu desquelles se trouve ce dernier.

Nous avons analysé les minerais en plaquettes de Bettancourt et de Chatonrupt, dont la composition est la suivante :

1° *Minerai de Bettancourt.*

Peroxide de fer.	0,6700
Oxide rouge de manganèse.	0,0200
Carbonate de chaux. . . .	0,0342
Acide phosphorique. . . .	0,0011
Alumine soluble.	0,0180
Argile et sable.	0,0860
Eau et oxygène.	0,1578
Perte.	0,0229
	1,0000

Ce minerai contient 46 p. o/o de fer métallique.

2° *Minerai de Chatonrupt.*

Peroxide de fer.	0,6800
Oxide rouge de manganèse.	0,0280
Carbonate de chaux. . . .	0,0520
Acide phosphorique. . . .	0,0022
Alumine soluble.	0,0160
Argile et sable.	0,0660
Eau et oxygène.	0,1480
Perte.	0,0078
	1,0000

Les seules localités où l'on exploite le minerai en plaquettes sont celles de Bettancourt, Chatonrupt, Guindrecourt, Nomécourt, Morancourt et Prez-sur-Marne. Une cinquantaine de minières sont ouvertes sur les territoires de ces six communes et fournissent annuellement 300.000 quintaux métriques environ de minerai propre à la fusion.

Les calcaires de l'assise inférieure du terrain néocomien paraissent être des accidents du dépôt sableux, comme le minerai de fer en plaquettes. Les uns se présentent en masses saccharoïdes, qui sont évidemment des concrétions, et les autres en couches régulières et étendues. Ces derniers varient beaucoup dans leur nature, et se substituent souvent les uns aux autres. Les variétés compactes et marneuses ressemblent à certains calcaires jurassiques; mais les couches de sable qui leur sont toujours subordonnées, les font distinguer facilement de ceux du terrain jurassique. La présence de la silice dans les calcaires oolitiques de la partie inférieure de l'assise, et du sable dans les calcaires plus ou moins compactes avec lesquels ils alternent, s'oppose aussi à ce qu'on les place dans la partie supérieure du terrain jurassique, lors même que la différence de stratification que l'on peut observer nettement sur plusieurs points ne les séparerait pas de ce terrain. En effet, la silice dont ils sont pénétrés, et le sable qui les accompagne, prouvent qu'ils sont dus à des causes différentes de celles qui ont produit le terrain jurassique, et indiquent un autre ordre de choses. D'ailleurs les calcaires oolitiques sont identiques avec certains calcaires du terrain néocomien de la Franche-Comté et du Jura Neufchâtelois, où les

relations de position permettent de les distinguer facilement du terrain jurassique, dont la partie supérieure est toujours formée de calcaires compactes.

Les calcaires qui viennent immédiatement après le dépôt du minerai de fer en plaquettes, sont ordinairement des calcaires sableux, sublamellaires, rougeâtres, qui se présentent en plaquettes entremêlées d'argile sableuse. Au-dessous, on voit des argiles endurcies bleuâtres ou jaunâtres souvent un peu sableuses, alternant avec quelques lits de sable fin, grisâtre ou blanchâtre, avec des calcaires dolomitiques marneux, de couleur jaunâtre, qui rappellent certaines dolomies keupériennes, et dont la présence dans le terrain néocomien ne doit pas surpendre, puisque le troisième étage jurassique en offre de nombreux exemples dans les chaînes du Jura, et que M. Elie de Beaumont en a observé dans la partie supérieure de la craie à Beyne, près de Grignon (1). Aux calcaires dolomitiques succèdent des calcaires sableux à tissu lâche, suboolitiques, grisâtres ou rougeâtres, dans lesquels on remarque beaucoup de bivalves ressemblant à des Venus, avec quelques Corbula. Viennent ensuite des calcaires compactes, verdâtres ou bleuâtres, subgrenus, plus ou moins sableux, généralement fort durs et qui sont exploités pour pavés dans plusieurs localités. Enfin, la partie inférieure de l'assise est formée de calcaires oolitiques un peu siliceux à tissu lâche, jaunâtres, rougeâtres, verdâtres ou blanchâtres, qui donnent d'excellentes pierres de taille, et sur lesquels sont ouvertes les

(1) Bulletin de la Société géologique de France, tom. 2, pag. 119.

carrières de Chevillon, dans la Haute-Marne, et celles de la Savonnière et de Brillon dans le département de la Meuse, dont les matériaux justement estimés sont transportés fort loin.

Nous avons dit ci-dessus que la puissance totale de l'assise inférieure du terrain néocomien était d'environ 20 mètres; le dépôt de sable avec minerai de fer en plaquettes géodiques occupe le tiers de cette puissance, ayant 6 à 7 mètres d'épaisseur, et les différents calcaires, avec bancs de sable et calcaires sableux subordonnés, les deux autres tiers, leur ensemble ayant 11 à 12 mètres d'épaisseur.

Les fossiles y sont rares et se bornent aux Venus? et Corbula des calcaires sableux, les autres calcaires ne présentant aucuns débris organiques.

Voici quelques exemples de la succession des couches qui composent cette assise inférieure, synchronique peut-être du terrain *veldien* de l'Angleterre, lequel renferme aussi un dépôt de sable et de grès ferrugineux (*iron-sand*), avec amas de minerai de fer et concrétions de grès calcaire, et des couches de calcaires (*Purbeck-beds*) plus ou moins sableux qu'on exploite pour pavés.

1° Près de Vassy, au lieu dit le Donjon, voisin de la route qui passe par le village de Brousseval, distant de 3 kilomètres, deux carrières présentent la série suivante du haut en bas :

a. Calcaires sableux d'un gris verdâtre, un peu tendres, avec Venus et Corbula, renfermant des masses concrétionnées de calcaire saccharoïde rougeâtre.	2m,50
b. Calcaire sableux verdâtre ou grisâtre, exploité pour pierre de taille et moellons.	6, 00
c. Calcaire compacte verdâtre ou bleuâtre, exploité pour pavés.	2, 00
Puissance totale.	10, 50

Les calcaires compactes portlandiens, se montrant à un niveau peu inférieur, non loin de ces carrières, au village de Brousseval, on doit en conclure que les calcaires oolitiques de l'assise inférieure manquent à Vassy; et, comme le dépôt sableux avec minerai de fer en plaquettes repose à Brousseval sur les mêmes calcaires portlandiens, il est évident que l'assise inférieure du terrain néocomien vient s'adosser en biseau sur une surface concave du troisième étage du terrain jurassique.

2° Les carrières de Neuilly et de Trémilly présentent l'ensemble suivant, en stratification bien concordante :

a. Marnes bleuâtres et jaunâtres, avec calcaires marneux, jaunâtres, subordonnés, dans lesquelles on observe des *Serpula heliciformis*, et la plupart des autres fossiles de l'assise moyenne.	3m,00
b. Sable ferrugineux d'une puissance qui varie de 0m,10 à 0m,60, en moyenne	0, 35
c. Calcaire sableux, d'un gris verdâtre, schistoïde, avec *Corbula* et *Venus*? alternant avec des bancs de grès verdâtre tendre.	3, 00
d. Calcaire un peu sableux, jaunâtre, à tissu lâche, exploité pour pierre de taille.	1, 00
e. Calcaire sableux verdâtre, alternant avec plusieurs petits bancs de sable grisâtre.	1, 50
f. Calcaire un peu sableux, verdâtre, dur. .	1, 30
g. Calcaire un peu sableux, jaunâtre, à tissu lâche, exploité pour pierre de taille.	0, 50
Puissance totale de l'assise inférieure, à partir de *b*.	7m,65

L'assise inférieure du terrain néocomien n'est pas non plus complète aux carrières de Neuilly et de Trémilly, sans doute parce qu'une ondulation de la surface du terrain jurassique sur lequel il

repose, n'a pas permis aux calcaires oolitiques inférieurs de se déposer dans cette localité.

3° Les belles carrières de Chevillon offrent la succession suivante :

a. Argile ocreuse, avec fragments de minerai de fer hydroxidé en plaquettes géodiques, de l'époque diluvienne.	2m,00
b. Argile jaunâtre ou grisâtre, un peu sableuse, avec bancs subordonnés de calcaire dolomitique marneux, jaunâtre.	1, 30
c. Argile jaunâtre sableuse, avec calcaire compacte, verdâtre, schistoïde, et calcaire compacte subgrenu ; l'un et l'autre en petits bancs et plaquettes.	2, 20
d. Calcaire oolitique un peu sableux, de couleur grisâtre, avec *Venus?* et *Corbula*.	0, 90
e. Calcaire oolitique, à tissu lâche, d'un blanc jaunâtre, exploité pour pierre de taille. .	3, 30
f. Calcaire oolitique à tissu lâche, de couleur jaunâtre.	1, 00
Puissance totale de l'assise inférieure, à partir de *b*.	8m,10

Le dépôt de sable avec minerai de fer en plaquettes manque aux carrières de Chevillon, ou du moins il a été entièrement remanié sur place à l'époque diluvienne. Pour parvenir à ces carrières en venant du village de Chevillon, on monte une côte fort élevée qui offre à sa base les marnes kimméridiennes, et dans le dessus les calcaires compactes portlandiens. On parcourt ensuite un plateau assez étendu, où les carrières qui se présentent çà et là ont leur toit au niveau du haut de la côte, formé par un calcaire portlandien compacte, de couleur grisâtre. Ce plateau étant dénudé vers le sud, on retrouve de ce côté les calcaires portlandiens à peu de distance des carrières, disposition qui prouve d'une manière évidente que le terrain néocomien de Chevillon, qui

couronnée des hauteurs s'élevant à plus de 150 mètres au-dessus du niveau du village, s'est déposé dans une dépression du troisième étage du terrain jurassique.

4° Les minières de Chatonrupt, et les carrières qui sont ouvertes au-dessous, offrent la série à peu près complète des couches de l'assise inférieure constituée comme il suit :

a. Minerai de fer en plaquettes géodiques, entremêlé d'argile jaunâtre, sableux, se présentant en lits ondulés.	5m,00
b. Sable rougeâtre, passant au grès.	0, 60
c. Argile jaunâtre, sableuse, divisée en plusieurs bancs par des lits de calcaires sublamellaires, sableux, rougeâtres	2, 00
d. Calcaire marno-compacte, jaunâtre ou grisâtre, schistoïde.	0, 40
e. Sable grisâtre, passant au grès.	0, 50
f. Calcaire marno-compacte, schistoïde, de couleur grisâtre.	0, 20
g. Argile endurcie d'un blanc grisâtre, un peu sableuse.	0, 30
h. Calcaire sableux, d'un gris foncé, schistoïde avec *Venus?*	1, 30
i. Calcaire oolitique, à tissu lâche, jaunâtre ou rougeâtre, en trois bancs exploités pour pierre de taille.	4, 00
j. Calcaire subcompacte, d'un gris rougeâtre.	0, 20
k. Calcaire oolitique, à tissu lâche, de couleur rougeâtre.	1, 00
Puissance totale	15m,50

Les marnes kimméridiennes se montrent le long de la route de Joinville, près du village de Chatonrupt, et sont surmontées par les calcaires portlandiens, qui d'abord sont marneux, puis compactes. L'assise inférieure du terrain néocomien recouvre immédiatement les calcaires compactes disposés presque horizontalement entre Joinville et Chatonrupt, mais coupés à Chaton-

rupt par une faille qui les a redressés pour former la butte qui domine les minières. Malgré ce redressement, qui a donné une légère inclinaison à la partie de l'assise inférieure du terrain néocomien situé au pied de la butte, on reconnaît facilement qu'à Chatonrupt, comme ailleurs, le terrain néocomien s'est déposé dans une dépression du troisième étage du terrain jurassique, et qu'il n'y a pas succession dans la stratification des deux terrains.

5° Aux carrières de la Savonnière (Meuse), on observe la succession suivante :

a. Calcaire sublamellaire, sableux, rougeâtre, alternant avec plusieurs bancs d'argile endurcie, jaunâtre, un peu sableuse.	5^m,00
b. Argile endurcie, bleuâtre, divisée par plusieurs bancs de calcaire marno-compacte, grisâtre ou verdâtre	2, 60
c. Calcaire marneux, jaunâtre, alternant avec des calcaires subcompactes, verdâtres ou rougeâtres.	1, 50
d. Calcaire oolitique, à tissu lâche, d'un blanc un peu jaunâtre, en trois bancs exploités pour pierre de taille.	4, 00
Puissance totale.	13^m,10

Dans ces carrières, l'assise inférieure du terrain néocomien se présenterait avec toute sa puissance, si on y voyait le dépôt de sable avec minerai de fer en plaquettes géodiques.

6° Enfin, les nombreuses et belles carrières de Brillon (Meuse), offrent dans leur ensemble, la succession suivante en stratification accidentellement discordante :

a. Marne bleuâtre ou jaunâtre, renfermant plusieurs bancs subordonnés de calcaire marneux jaunâtre, et des cristaux de gypse, avec *Serpula heliciformis* Gold, et beaucoup d'autres fos-

siles de l'assise moyenne du terrain néocomien.	5m,00
b. Sable jaunâtre, avec rognons de grès ferrugineux et plaquettes géodiques de minerai de fer hydroxidé, d'une puissance qui varie de 0m,16 à 0m,66, en moyenne.	0, 40
c. Calcaire suboolitique, sableux, à tissu lâche, rougeâtre ou grisâtre, avec *Venus?*	0, 30
d. Calcaire oolitique, à tissu lâche, faiblement jaunâtre ou rougeâtre, en deux bancs exploités pour pierre de taille.	4, 00
Puissance totale, à partir de *b*.	4m,70

Dans ces carrières l'assise inférieure a une faible puissance, par la raison que le dépôt de sable avec minerai de fer en plaquettes est peu épais, et que la partie moyenne de l'assise manque entièrement, ce qu'on peut expliquer en admettant qu'un soulèvement a refoulé les parties meubles de cette assise, telles que le sable et l'argile, et a mis les calcaires inférieurs en contact avec l'assise moyenne. L'examen attentif des surfaces de stratification rend cette explication très-probable; car on remarque dans plusieurs carrières des inégalités à la surface supérieure du calcaire *c* qui sont dues, sans doute, au glissement des parties meubles expulsées par le soulèvement; et l'une de ces carrières présente les deux calcaires *c* et *d* relevés sous un angle de 25 à 30 degrés, tandis que les couches de l'assise moyenne qui les recouvrent sont sensiblement horizontales.

Comparaison avec le terrain néocomien de la Franche-Comté et du Jura neufchatelois.

Le terrain néocomien de la Franche-Comté et du Jura neufchatelois se compose dans le dessus d'alternances de calcaires jaunâtres suboolitiques, et de marnes bleuâtres ou jaunâtres, avec amas de gypse, puis de calcaires grisâtres marno-compactes chargés de petits grains de minerai de fer d'une forme irrégulière, alternant avec des bancs de marne sablonneuse, jaunâtre ou verdâtre. Les calcaires et les marnes avec gypse cor-

répondent évidemment à l'assise moyenne du terrain néocomien de la Haute-Marne, et les calcaires qui empâtent des grains de minerai de fer sont synchroniques de l'assise inférieure de ce terrain; de sorte que le dépôt argileux supérieur avec minerai de fer en oolites miliaires, dont la puissance totale est d'environ 25 mètres, manque dans les monts Jura. Les débris organiques sont les mêmes de part et d'autres; mais les caractères pétrographiques sont un peu différents : en effet, dans la Haute-Marne, le sable et le dépôt ferrugineux sont plus abondants; les couches marneuses sont peu puissantes et moins nombreuses dans la partie inférieure du terrain; les calcaires y règnent presque exclusivement, en s'y présentant avec une texture oolitique plus prononcée que dans le Jura; et nulle part, dans la Haute-Marne, l'assise moyenne du terrain ne présente le gypse en masses exploitables. Du reste, les puissances respectives des assises qui se correspondent sont peu différentes; puisque, dans la Haute-Marne, l'assise moyenne et l'assise inférieure ont ensemble une épaisseur de 45 mètres, tandis que la puissance totale du terrain néocomien, dans les montagnes du Jura, est de 55 mètres, puissance plus grande due aux circonstances particulières qui, dans le Haut-Jura, ont contribué au développement du terrain jurassique et du terrain crétacé inférieur, ainsi que nous l'avons établi dans notre Mémoire précité sur le terrain jura-crétacé de la Franche-Comté.

Gîtes remaniés du terrain néocomien.

Les deux gîtes ferrifères du terrain néocomien de la Haute-Marne ont subi l'action diluvienne, comme les gîtes tertiaires du minerai de fer pisiforme de la Franche-Comté. Leurs débris se sont amoncelés pêle-mêle dans les dépressions, cavités, boyaux et fentes du terrain jurassique, et

se sont ainsi soustraits à un transport violent. En examinant attentivement les gîtes qu'ils constituent, on reconnaît aisément que leurs éléments ont été déplacés de leur position originaire. En effet, les deux sortes de minerai s'y présentent entremêlées et irrégulièrement disposées ; des fragments de grès ferrugineux, d'argile sablonneuse, et de calcaires néocomiens et jurassiques les accompagnent ; le sol des dépressions qu'ils remplissent, de même que les parois des cavités, boyaux et fentes qui les recèlent, ont une surface lisse et polie, tout à fait semblable à celle des grottes qui, dans les montagnes du Jura, renferment des lambeaux de terrain diluvien, avec des débris d'animaux de cette époque ; la structure de ces cavités, boyaux et fentes, est d'ailleurs absolument la même que celle des cavités, boyaux et fentes qui, en Franche-Comté, contiennent des gîtes de minerai de fer pisiforme déplacé par les eaux diluviennes ; enfin, on y a trouvé (minières de Poissons) des débris d'animaux antédiluviens de l'espèce *Elephas primigenius*.

Le minerai de fer en plaquettes géodiques est beaucoup plus abondant dans ces gîtes remaniés que le minerai oolitique du terrain néocomien, sans doute parce qu'il a mieux résisté à la désagrégation que le minerai oolitique, dont la gangue terreuse a facilité la trituration et le transport au loin. D'ailleurs, comme les parties terreuses et sablonneuses qui accompagnent les gîtes en place ont été enlevées en presque totalité par les eaux diluviennes, il en résulte que le minerai des gîtes remaniés est plus riche que celui qui n'a pas été déplacé. Les gîtes remaniés sont aussi plus puissants que les gîtes en place, ou du moins ils l'étaient avant d'être exploités, ainsi

qu'on le reconnaît à Poissons, où il existait des cavités jurassiques entièrement remplies de minerai, qui avaient plus de 10.000 mètres carrés de superficie et 50 mètres de profondeur moyenne. Aussi ces gîtes ont-ils joui d'une grande célébrité, tant à cause de leur importance qu'à cause de la richesse de leur minerai, auquel on a donné le nom *de mine de roche*, parce qu'il s'exploite entre des roches calcaires; et on a appelé *fer de roche* celui qu'on obtient avec les fontes qui proviennent de sa fusion. Ce fer est le plus réputé de ceux qu'on fabrique en Champagne. Malheureusement les gîtes de mine de roche, dont la première exploitation se perd dans la nuit des temps, sont presque entièrement épuisés, et leur diposition géologique s'oppose à ce qu'ils se prolongent à travers les roches calcaires, à la manière des filons, comme on l'a cru pendant longtemps; mais ils pourront être remplacés par les gîtes de minerai en plaquettes géodiques qui sont nombreux, puissants et presque intacts, ainsi que nous l'avons dit en les décrivant.

Le minerai remanié revient sur les minières à 1 fr. 30 cent. le mètre cube, à 7 fr. après le bocardage et le lavage sur les ateliers de préparation, et à 9 fr. sur les hauts-fourneaux. Il s'y fond très-bien seul avec une addition de castine; et on obtient les 1000 kilog. de fonte avec:

44 pieds cubes ou 2.464 kil. de minerai;
170 pieds cubes ou 1.200 kil. de charbon de bois;
8 pieds cubes ou 310 kil. de castine.

D'où il suit que ce minerai, par le traitement en grand, produit 40 p. o/o de fonte.

Les gîtes du minerai de fer remanié sont exploités sur les territoires des communes de Poissons, Thonnance-les-Joinville, Saint-Urbain, Noncourt, Sailly, Montreuil-les-Thonnance et Osne-le-Val. Près de 300 minières y sont ouvertes

et fournissent annuellement 320.000 quintaux métriques environ de minerai propre à la fusion.

Ensemble des débris organiques du terrain néocomien.

Les débris organiques du terrain néocomien de la Haute-Marne, dont plusieurs existent aussi dans le terrain jurassique, présentent l'ensemble suivant:

Ceriopora anomalopora Gold.
Id. *milleporacea* Gold.
Alecto gracilis ? Miln. Edw.
Diastopora gracilis Miln. Edw.
Astrea reticulata ? Gold.
Spatangus retusus Lamk.
Cidaris Schmidelii Gold.
Dentalium.
Serpula heliciformis Gold.
Id. *socialis* ? Gold.
Id. *cordialis serpentina* Gold.
Id. *flaccida* Gold.
Id. *conformis* Gold.
Id. *ilium* Gold.
Terebratula biplicata - acuta de Buch.
Id. *depressa* Sow.
Id. voisin du *rostrata* Sow.
Ostrea colubrina Gold.
Id. *sandalina* ? Gold.
Id. (n. sp. d'une grande dimension).
Exogyra aquila Gold.
Id. *sinuata* Sow.
Id. *Couloni* ? Def.
Id. *lateralis* Nilsson.
Id. *haliotoidea* ? Gold.
Id. *auricularis* Gold.
Id. *spiralis* Gold.
Id. *conica* Sow.
Id. *subcarinata* ? Gold.
Id. *harpa* Gold.
Pecten quinquecostatus Sow.
Id. (n. sp.).
Inoceramus concentricus Sow.
Id. *sulcatus* Sow.
Lima (2 esp. nouv.).
Gervillia (n. sp. gigantesque).
Perna (une esp. gigantesque et très-épaisse).
Pholadomya bucardina - obliquata Voltz.
Id. *Langii* Thurm.
Id. (n. sp.).
Cercomya (n. sp.) Ag.
Trigonia alaeformis ? Sow.
Id. *sulcata* Agassiz.
Id. *crenulata* Lamk.
Id. *nodosa* Agassiz.
Id. *scapha* Agassiz.
Id. (n. sp.).
Venus?
Astarte.
Cardium (n. sp.).
Arca glabra ? Sow.
Cucullaea.
Corbula (n. sp.).
Isocardia.
Plicatula pectinoides Sow.
Id. *inflata* Sow.
Avicula (n. sp.).
Rostellaria.
Turbo.
Buccinum.
Tornatella ?
Ampullaria (n. sp. gigantesque, à spires très-élevées).
Nerinea (n. sp.).
Trochus Rhodani ? Al. Brong.
Pterocerus pelagi Al. Brong.
Id. (n. sp.).
Nautilus radiatus Sow.
Id. *simplex* Sow.
Hamites.
Ammonites asper Merian.
Id. *splendens* Sow.
Id. *monile* Sow.
Dents et vertèbr. de *Plesiosaurus.*
Carapaces d'*Emydes.*

Ensemble des diverses assises du terrain néocomien.

Nous terminons notre description par une indication sommaire des parties constituantes principales du terrain néocomien de la Haute-Marne.

Craie.

Terrain		Assise	Couches	Épaisseur		
Terrain du gault.			Argile jaunâtre ou verdâtre. Argile marneuse bleuâtre, veinée de jaune et de vert. Marne argileuse bleuâtre			mèt. 100,00
Terrain des sables verts.			Sable siliceux vert, avec quelques couches de sable blanc à grains fins. Sable siliceux jaunâtre, à gros grains, passant souvent à un grès dur. Sable siliceux grisâtre, un peu argileux			15,00
Terrain du grès vert.	Terrain néocomien.	Assise supérieure.	Argile grise, avec couches minces de sable siliceux jaunâtre	mèt. 4,00	mèt. 24,75	70,50
			Argile verte, avec couches subordonnées d'argile jaunâtre, grise ou bleuâtre	11,00		
			Argile jaunâtre, quelquefois noirâtre, avec minerai de fer hydroxidé en oolites miliaires	1,25		
			Sable siliceux rougeâtre, avec grès ferrugineux jaunâtre veiné de noir	0,50		
			Argile rose marbrée de jaune et de vert, avec couches subordonnées de sable siliceux, verdâtre, rougeâtre ou blanchâtre, et plaquettes ou rognons de grès ferrugineux rougeâtre ou brunâtre	8,00		
		Assise moyenne.	Marne argileuse grisâtre ou verdâtre, avec bancs minces de calcaire lamellaire grisâtre ou jaunâtre, et cristaux de gypse	6,00	25,00	
			Marne bleuâtre	0,75		
			Marne argileuse grisâtre, avec bancs de calcaire lamellaire jaunâtre, et cristaux de gypse	5,25		
			Calcaire marneux jaunâtre	6,00		
			Marne bleuâtre ou jaunâtre, avec bancs de calcaire parfois bréchiforme, et cristaux de gypse	7,00		
		Assise inférieure.	Sable siliceux jaune, ocracé, à gros grains, passant parfois à un grès tendre, avec amas de fer hydroxidé en plaquettes géodiques, et concrétions de calcaire saccharoïde rougeâtre	6,00	20,25	
			Argile jaunâtre sableuse, avec bancs de sable blanc micacé, et lits de calcaire sublamellaire roux sableux en plaquettes	2,25		
			Calcaires sableux tendres, grisâtres ou jaunâtres, alternant avec des petits bancs de sable grisâtre, des argiles endurcies jaunâtres ou bleuâtres, des calcaires dolomitiques jaunâtres, et des calcaires compactes subgrenus, bleuâtres ou verdâtres	4,00		
			Calcaires oolitiques siliceux, à tissu lâche, blanchâtres, verdâtres, jaunâtres ou rougeâtres, alternant avec des calcaires sableux, jaunâtres ou rougeâtres, et des calcaires compactes jaunâtres ou grisâtres	8,00		
			Total			m. 175

Terrain jurassique.

Quatre coupes sont jointes à notre notice.

Coupes du terrain du grès vert.

La coupe (*Pl. I, fig.* 1) prise entre le village de Chatonrupt, près de Joinville, et les minières du dessus de la côte de Chatonrupt, fait voir comment le terrain néocomien s'est déposé dans les dépressions du terrain jurassique et représente une faille qui a relevé à la fois les deux terrains.

La coupe (*fig.* 2) passant par les villages de Prez-sur-Marne, Fontaine et Chevillon, représente d'une part les importantes minières du Mont-Gérard, commune de Prez-sur-Marne, ouvertes sur la couche de minerai de fer en oolites miliaires, et de l'autre les belles carrières de Chevillon dans lesquelles on exploite les calcaires à tissu lâche de la partie inférieure du terrain néocomien. Une faille qui est le prolongement de celle de Chatonrupt, et qui se dirige du sud-sud-est au nord-nord-ouest, en passant près du village de Fontaine, a placé les terrains portlandien et néocomien des environs de Chevillon à un niveau beaucoup plus élevé que celui qu'ils occupent à Prez-sur-Marne.

La coupe (*fig.* 3) prise entre les villages de Narcy et de Brillon (Meuse), fait voir à Narcy la série complète des couches du terrain néocomien; au hameau de la Houpette et à Haronville, le terrain portlandien dont les dépressions renferment de petits lambeaux de terrain néocomien; et à Brillon, la partie inférieure de ce terrain sur laquelle sont ouvertes les belles carrières de cette localité.

Enfin la coupe (*fig.* 4), qui va de Neufchâtel (Suisse) à Vitry-le-Français, présente l'ensemble des relations de position des trois étages du terrain du grès vert, de la craie qui les recouvre et du

terrain jurassique sur lequel ils reposent. Elle fait voir approximativement la grande différence de niveau qui existe entre le terrain néocomien de la Champagne et celui des monts Jura, par suite des différents soulèvements que ces montagnes ont éprouvés pendant la formation du terrain jurassique et postérieurement, jusqu'après le dépôt des terrains tertiaires supérieurs.

NOTICE

Sur quelques amalgames ;

Par M. A. DAMOUR.

La méthode la plus généralement employée pour obtenir les amalgames consiste à mettre en contact avec le mercure, à une température plus ou moins élevée, chacun des différents métaux divisé convenablement. Ce mode ne pouvant réussir vis à vis de certains métaux doués d'une très-faible affinité pour le mercure, j'ai voulu rechercher si l'électro-chimie ne fournirait pas quelques ressources à cet effet. Le moyen dont je me suis servi avec succès peut se formuler ainsi :

1° Unir préalablement le mercure à un métal doué d'une grande affinité pour l'oxygène, et pouvant ainsi jouer le rôle d'élément électro-positif,

2° Mettre l'alliage obtenu en contact avec une dissolution neutre ou ammoniacale du métal à combiner avec le mercure.

On conçoit facilement ce qui doit résulter de cette opération : le métal électro-positif devient le pôle où se rendent l'oxygène et l'acide de la dissolution ; tandis que l'hydrogène et les particules du métal mis à nu se portent au pôle négatif. Ce métal se trouve ainsi dans les conditions les plus favorables pour s'allier au mercure qui représente ici le pôle négatif.

Le zinc me paraissant réunir le mieux les avantages que ce procédé exige, je l'ai choisi de préférence pour l'unir au mercure et pour employer ensuite ce composé à l'usage mentionné ci-dessus. Je vais dire quelques mots sur cet alliage.

Amalgame de zinc.

Le zinc s'unit au mercure avec une grande facilité : il suffit de mettre ces deux métaux en contact, à une température un peu inférieure à celle de l'ébullition du mercure, pour que l'alliage soit complet. A la température ordinaire, l'amalgame formé de six parties de mercure contre une de zinc se présente avec les caractères suivants : il est solide, grenu et se laisse écraser sous le marteau. Sa couleur est le blanc d'étain clair. Il se conserve dans l'air sec, sans altération. Chauffé au contact de l'air, jusqu'au degré de l'ébullition de l'huile, il devient liquide, sans s'altérer, mais à une chaleur plus forte, il laisse dégager du mercure, sous forme de gouttelettes, sans qu'il soit possible, par ce moyen, de séparer entièrement ce métal du zinc qui lui est uni. Au rouge obscur, il décrépite fortement, et si l'on élève encore la température, il finit par brûler avec un éclat très-vif. L'acide nitrique faible le décompose facilement, à froid. Le mercure reste sans altération jusqu'à ce que le zinc soit dissous en totalité. Les acides sulfurique et hydrochlorique peu étendus d'eau n'ont qu'une action très-lente sur l'amalgame.

L'ammoniaque caustique, le chlorure ammonique le décomposent, mais avec une extrême lenteur; le zinc s'oxide aux dépens de l'eau, et reste dissous dans la liqueur.

Amalgame de nickel.

Pour unir le mercure au nickel, on verse, dans un flacon, du chlorure niccolique acide, en dissolution dans de l'eau purgée d'air, on sursature ce sel avec de l'ammoniaque et l'on place un morceau d'amalgame de zinc au fond du flacon, que l'on bouche immédiatement. De nombreuses bulles de gaz ne tardent pas à apparaître à la surface de l'amalgame, la liqueur, de bleu foncé qu'elle était, devient incolore, le zinc se dissout en grande partie, et se trouve remplacé par du nickel métallique qui s'unit au mercure en formant, à la surface de ce dernier métal, des excroissances en forme de choux-fleurs. L'opération est terminée au bout de quelques jours si l'on a eu soin de remplacer la liqueur décolorée par de nouvelles quantités de dissolution ammoniacale de chlorure niccolique, jusqu'à ce que tout dégagement de gaz ait cessé (1).

L'amalgame ainsi obtenu retient encore une quantité notable de zinc; pour en séparer autant que possible ce dernier métal, on le pulvérise et on le fait bouillir pendant quelque temps avec de l'acide sulfurique étendu d'eau; par ce moyen, le mercure n'est pas attaqué tandis que le zinc se dissout peu à peu, avec dégagement d'hydrogène. Si l'on continue trop longtemps cette opération,

---

(1) Ce gaz, mis en contact avec un corps enflammé, brûle en détonant légèrement; il m'a paru présenter tous les caractères de l'hydrogène; il est nécessaire d'ouvrir de temps en temps le flacon pour lui donner issue.

le nickel est à son tour attaqué par l'acide, et l'hydrogène qui se dégage se fait remarquer par son odeur fétide. L'amalgame perd ainsi la presque totalité du zinc qu'il retenait et devient attirable à l'aimant. Il s'unit, à froid, à de nouvelles quantités de mercure, avec une grande facilité; on peut ainsi le rendre malléable et même liquide. Exposé au contact de l'air sec ou humide, il se recouvre bientôt d'une poudre noire d'oxide niccolique qui s'accroît de plus en plus jusqu'à ce que l'alliage soit détruit et que le mercure ait repris sa fluidité primitive. Il ne s'altère pas aussi facilement sous l'eau.

Chauffé dans un tube de verre fermé à l'une de ses extrémités, il laisse dégager le mercure, le nickel reste sous forme d'une masse spongieuse, gris de cendre, prenant l'éclat métallique par le frottement, et fortement attirable au barreau aimanté. Les acides sulfurique et hydrochlorique, étendus de deux fois leur volume d'eau, n'attaquent que très-faiblement l'amalgame à froid; à chaud, le nickel s'oxide et s'y dissout lentement. L'acide nitrique dissout les deux métaux en même temps, à froid comme à chaud.

Amalgame de cobalt.

Le même mode d'amalgamation réussit également pour le cobalt; les mêmes précautions sont nécessaires pour obtenir l'alliage à l'état de pureté désirable. Par l'ébullition avec l'acide sulfurique, le zinc en est facilement séparé, sans altération du cobalt. Il se montre alors avec les caractères suivants : il est d'un blanc d'argent

mat, et présente plus ou moins de solidité, suivant la proportion de mercure qu'il contient; son action sur le barreau aimanté est très-forte, même avant l'élimination complète du zinc. Comme l'amalgame de nickel, il se décompose à l'air, en se recouvrant d'une poudre noire d'oxide cobaltique; chauffé dans un tube, ou sur le charbon, le mercure se volatilise, et le cobalt reste sous forme d'une masse grise, attirable à l'aimant.

Les amalgames de nickel et de cobalt peuvent être également obtenus en mettant l'amalgame de zinc en contact avec une dissolution neutre de chacun de ces métaux dans l'acide sulfurique ou dans l'acide hydrochlorique; la substitution s'opère aussi bien, mais elle exige un temps beaucoup plus long; je préfère donc me servir du premier procédé, en ayant toujours soin de faire bouillir l'amalgame obtenu, avec l'acide sulfurique étendu d'eau. Ce dernier traitement me paraît indispensable pour éliminer, aussi complétement que possible, le zinc qui ne s'en sépare qu'avec difficulté.

Avec le nitrate neutre de nickel ou de cobalt, l'amalgame de zinc est bien décomposé, mais le cobalt et le nickel se précipitent à l'état d'oxide, et le mercure reprend sa fluidité.

Les dissolutions cuivriques ammoniacales sont facilement décomposées par l'amalgame de zinc; le cuivre s'unit promptement au mercure, en formant à sa surface de petites ramifications blanches, très-légères; cet alliage ayant déjà été obtenu par d'autres moyens, sa description, ici, serait superflue.

Les dissolutions neutres de chrôme, d'urane, de fer et de manganèse sont aussi décomposées

par l'amalgame de zinc; mais ces métaux sont précipités seulement à l'état d'oxide qui se rassemble autour du mercure.

L'on peut conclure de ce qui précède, que cette méthode d'amalgamation est applicable à tous les métaux que le zinc précipite de leurs dissolutions, à l'état métallique; il resterait maintenant à rechercher si elle ne réussirait pas vis-à-vis de quelques-uns des métaux que le zinc, non combiné avec le mercure, n'a pas encore précipités.

CONSIDÉRATIONS

Sur les roches fossilifères du terrain de transition du Rhin;

Par M. E. BEYRICH.

(Traduit de l'allemand par M. H. Le Cocq, Ingénieur des mines.)

On ne connaît jusqu'à présent les fossiles du terrain de transition du Rhin, que d'une manière très-incomplète, malgré le grand nombre d'espèces qu'a déterminées, pour la première fois, M. Goldfuss. Les roches de la rive droite du Rhin, extraordinairement riches en corps organisés, et douées en général d'un caractère qui leur est propre, sont demeurées presque totalement inconnues à ce savant observateur. Les fossiles peu nombreux, que l'on connaît du schiste argileux de Wissenbach, de la couche ferrugineuse de Dillenburg et de la grauwacke schisteuse d'Herborn, n'ont point été comparés avec ceux d'autres localités; et la position géologique, que l'on a assignée à ces roches, est presque complétement fausse. Je vais tâcher d'exposer en peu de mots le résultat de mes recherches sur l'âge relatif des différentes roches du terrain de transition du Rhin, en général très-bien caractérisées par les fossiles particuliers qu'elles renferment.

Calcaire de l'Eifel.

Les travaux de M. Goldfuss ont fait connaître les fossiles du terrain de transition de l'Eifel et du calcaire carbonifère, tel qu'il existe à la limite septentrionale du terrain schisteux du Rhin, formant la base immédiate du terrain houiller proprement dit. Dans ces deux espèces de terrains se trouve une grande variété de

fossiles, en général très-voisins dans leurs formes, mais qui cependant ne sont pas tellement identiques qu'on ne puisse établir entre eux une séparation suffisamment tranchée. Nous devons regarder ces terrains comme appartenant à une grande époque signalée par un même type d'organisation, ainsi que cela a lieu pour le lias et l'inferior oolite ou pour deux autres terrains très-voisins l'un de l'autre, et nous ne devons attribuer les différences qui les distinguent qu'à des changements partiels survenus dans la surface de la terre. Une difficulté se présente dans l'étude de la question relative à l'âge du calcaire de l'Eifel, par rapport à l'âge du calcaire carbonifère; c'est que le premier, sur tout l'espace où il est reconnu s'étendre dans l'Eifel, n'est jamais recouvert par des roches de grauwacke plus récentes; il paraît partout superposé en forme de bassins à la grauwacke du Rhin. Mais comme, vers l'extrémité septentrionale du terrain schisteux du Rhin, le terrain houiller et le calcaire carbonifère sont superposés, en stratification concordante, au terrain de grauwacke, comme d'ailleurs le calcaire de l'Eifel n'est dans aucun cas plus récent que le calcaire carbonifère, on doit nécessairement, par suite de la succession régulière des roches, rencontrer des calcaires régulièrement stratifiés parallèles aux calcaires de l'Eifel. Il est seulement étonnant qu'on ne les ait pas recherchés avec plus de soin; car je ne doute pas qu'ils existent et qu'ils soient même connus, quoique leur identité avec le calcaire de l'Eifel n'ait pas été mentionnée. La raison principale pour laquelle cette question n'a pas été résolue depuis longtemps, c'est d'abord parce que les fossiles

du calcaire de l'Eifel ont été jetés pêle-mêle avec ceux du calcaire carbonifère : ensuite, les observations faites jusqu'ici sur les terrains, qui réunissent le terrain houiller au terrain schisteux du Rhin, sont en général très-incomplètes, quelque exactement que soit connu, dans toutes ses parties, le terrain houiller de la Westphalie rhénane. Les mémoires insérés dans la *Westphalie rhénane* de M. Nœggerath ne doivent être regardés que comme la base d'un travail plus complet et plus suivi sur cette contrée. Ce que l'on connaît sur ce sujet de plus remarquable et de plus exact se trouve, sans contredit, dans la monographie de la province de Liége, par M. Dumont; ouvrage peu connu jusqu'ici, et de beaucoup supérieur à tous les travaux du même genre. La succession des roches, qu'il distingue d'une manière très-naturelle, et qu'il fait connaître dans ses descriptions avec une exactitude remarquable, doit être regardée comme un type général pour l'extrémité septentrionale du terrain schisteux du Rhin.

M. Dumont distingue d'abord un terrain ardoisier, un terrain anthraxifère et un terrain houiller. Le terrain ardoisier comprend généralement les schistes argileux des Ardennes, qui se présentent là avec un développement remarquable, ne contiennent aucun fossile et doivent être regardés, sans aucun doute, comme les roches de transition les plus anciennes du terrain schisteux du Rhin. Leur gisement paraît se borner aux Ardennes : au moins dans aucun cas, comme je l'exposerai plus bas, les schistes argileux du pays de Nassau, propres, dans beaucoup de lieux, à faire des ardoises, ne doivent être placés parallèle-

ment aux schistes des Ardennes, plus anciens qu'eux. Je ne puis décider jusqu'à quel point les roches talqueuses particulières du Taunus et du Hunsdrück doivent être rapportées à ces formations, je ne les ai pas étudiées suffisamment pour cela. M. Dumont ne range, dans le terrain houiller, que le terrain renfermant de la houille au-dessus du calcaire carbonifère; le terrain anthraxifère doit, par conséquent, comprendre toute la suite des roches, depuis la grauwacke jusqu'au calcaire carbonifère inclusivement. M. Dumont distingue dans ce terrain quatre groupes, qu'il désigne de la manière suivante : le système quartzo-schisteux inférieur, le système calcareux inférieur, le système quartzo-schisteux supérieur, et le système calcareux supérieur. On remarque donc ici deux formations calcaires différentes qui, dans l'étendue étudiée par M. Dumont, sont séparées l'une de l'autre d'une manière très-tranchée, et se développent d'une manière très-uniforme. La formation supérieure, le système calcareux supérieur, est le calcaire carbonifère proprement dit, tel qu'il se montre à découvert dans la province de Liége, auprès de Seilles, de Choquier et de Visé, et sur la rive droite du Rhin, auprès de Ratingen, dans des carrières considérables, renfermant un grand nombre de fossiles; la formation inférieure, le système calcareux inférieur, je la regarde comme identique avec le calcaire de l'Eifel. Le système quartzo-schisteux inférieur correspond alors à la plus grande partie des grauwackes du Rhin, qui, sur la rive gauche de ce fleuve, forment, sur une épaisseur si considérable, la base du calcaire de l'Eifel; et le système quartzo-schis-

teux supérieur comprend une série de roches qui, plus récentes que le calcaire de l'Eifel, et plus anciennes que le calcaire carbonifère, diffèrent peu, dans leurs caractères pétrographiques, des grauwackes inférieures. La correspondance du système calcareux inférieur avec le calcaire de l'Eifel, se trouve complétement confirmée par les caractères des fossiles, déjà signalés très-nettement par M. Dumont.

De ce qui a été dit, il résulte que le système quartzo-schisteux inférieur ne peut pas être regardé comme parallèle à l'*Old red* des Anglais, ainsi que le pense M. Dumont; dans ce cas nous n'aurions, dans tout le terrain schisteux du Rhin, que l'*Old red* et le calcaire carbonifère, qui se diviserait alors en deux grandes sections, dont le calcaire de l'Eifel devrait être considéré comme l'inférieure. La considération plus immédiate des différentes roches, qui se montrent entre le calcaire de l'Eifel et le calcaire carbonifère, et sont séparées aussi nettement de l'un que de l'autre par des fossiles particuliers, fera voir d'une manière plus claire combien une telle supposition serait peu naturelle. On a, je crois, beaucoup plus de raisons pour affirmer que l'*Old red* manque tout à fait dans le terrain schisteux du Rhin, comme base du calcaire carbonifère. Il n'existe nulle part de grès dont la différence avec les grauwackes inférieures puisse être établie d'une manière même approximative, et c'est tout à fait arbitrairement qu'on a pris pour l'*Old red* des couches isolées çà et là. Les causes, qui ont produit en Angleterre la formation de ce terrain, n'ont jamais existé pour le système schisteux du Rhin. En général, on devrait bien se garder de vouloir retrouver par-

tout des couches isolées qui sont propres à certaines localités, et qui peuvent devoir leur origine, ou du moins leur séparation tranchée d'avec les terrains supérieurs ou inférieurs, à des causes purement locales, et à des soulèvements secondaires.

D'après l'intime liaison qui existe entre les fossiles du calcaire carbonifère et ceux du terrain de transition en général, nous ne devons pas nous étonner de trouver, dans le calcaire de l'Eifel et dans les grauwackes sur lesquelles il repose, systèmes de couches qui, l'un et l'autre, doivent être regardés comme des parties récentes de la formation de transition, un nombre assez considérable de fossiles qui, plus tard, se montrent de nouveau dans le calcaire carbonifère. Les formes qui caractérisent en général le terrain de transition comme le plus ancien terrain fossilifère, telles que les *Orthocératites*, les *Goniatites*, les *Trilobites*, et les différents genres de *Brachiopodes*, qui ne se retrouvent plus dans les formations plus récentes, appartiennent aussi, presque sans exception, au calcaire carbonifère; ce ne sont, par conséquent, que de légères différences dans le développement et le mode de distribution des divers genres, qui peuvent distinguer un terrain par rapport à l'autre. Voici, en peu de mots, les points essentiels qui résultent de la comparaison des fossiles du calcaire de l'Eifel avec ceux du calcaire carbonifère.

Quant à ce qui regarde les *Brachiopodes*, les différentes formes du genre *Térébratule* se retrouvent également dans le calcaire de l'Eifel et dans le calcaire carbonifère; les *Térébratules* plissées sont très-rares dans le calcaire carbonifère du

Rhin; au contraire, on y rencontre plusieurs espèces lisses caractéristiques. La *T. prisca* Schl. est un des fossiles les plus répandus et les plus communs du calcaire de l'Eifel, je révoque en doute sa présence dans le calcaire carbonifère. Le genre *Delthyris*, ou beaucoup plus exactement, d'après la division de M. de Buch, le genre *Spirifer* est encore plus également répandu dans les deux terrains, principalement les *Ostiolati* et les *Impressi*. On doit d'autant moins s'en étonner, que des espèces très-voisines se trouvent dans des terrains beaucoup plus récents, dans le Zechstein et le Lias. Le *Sp. aperturatus* Schl. ne se trouve que dans le calcaire de l'Eifel; au contraire, le *Sp. trigonalis* Sow. peut être regardé comme très-caractéristique pour le calcaire carbonifère. L'*Orthis* paraît tout à fait manquer dans le calcaire carbonifère; déjà, dans le calcaire de l'Eifel, les espèces peu nombreuses qui s'y trouvent sont rares; ce genre semble appartenir spécialement aux calcaires de transition du nord, qui sont plus anciens. C'est exactement le contraire pour le *Productus*; ce genre ne manque, il est vrai, ni dans le calcaire de transition de la Suède, ni dans le calcaire de l'Eifel, cependant les espèces qui s'y trouvent sont peu nombreuses et rares; au contraire, il présente la plus grande variété d'espèces dans le calcaire carbonifère, pour lequel on doit signaler surtout, comme caractéristiques, les *Pr. antiquatus*, *comoides* et *punctatus*, formes qui manquent tout à fait dans le calcaire de l'Eifel. Parmi les *Nautilacés*, les *Cyrtocératites* et les espèces rangées par M. Goldfuss dans le genre *Spirula*, sont

tout à fait particulières au calcaire de l'Eifel. Les *Clyménies* n'ont été trouvées jusqu'ici, ni dans le calcaire de l'Eifel, ni dans le calcaire carbonifère. Quant à ce qui regarde les *Goniatites*, j'ai reconnu comme tout à fait caractéristiques, pour le calcaire carbonifère, et pour le terrain houiller surtout, les espèces qui se distinguent par le lobe dorsal divisé et par la coquille plissée; notamment l'*A. sphæricus* Mart., et l'*A. Listeri* Mart. L'*A. sphæricus* se trouve très-bien conservé dans le calcaire carbonifère de Visé; l'*A. Listeri* se rencontre en très-grande quantité, avec beaucoup d'espèces voisines, dans le schiste alunifère qui, à Choquier près de Liége, se trouve immédiatement au-dessus du calcaire carbonifère. On trouve là, avec ces espèces, mais seulement très-rarement, quelques *Orthocératites*. Jusqu'à présent je ne connais, du calcaire de l'Eifel, qu'un seul exemplaire d'un *Goniatite* à lobe dorsal divisé, c'est un exemplaire de l'*A. orbiculus*; ni dans ce *Goniatite*, ni dans les autres *Goniatites* à lobe dorsal divisé, qui se trouvent dans le pays de Dillenburg, la coquille n'est plissée. Parmi le grand nombre de *Goniatites* du calcaire de transition ancien du Fichtelgebirg, que le comte de Münster a fait connaître, il ne s'en trouve pas un seul à lobe dorsal divisé. .....

Il résulte d'un relevé revu avec soin de tous les fossiles du terrain schisteux du Rhin, que le calcaire de l'Eifel a peu d'espèces incontestablement communes avec le calcaire carbonifère. Le relevé qui se trouve dans la traduction de la Géognosie de M. de la Bèche, par M. de Dechen, est incomplet, inexact pour l'indication des

gisements, et de peu d'utilité, en ce qu'il donne le nom de beaucoup d'espèces dont la critique est impossible, puisqu'elles n'ont été jusqu'à présent ni décrites, ni figurées.

Les grauwackes, qui sont plus anciennes que le calcaire de l'Eifel, se lient complétement à ce terrain par leurs fossiles ; la plus grande partie des espèces qu'on a pu y distinguer jusqu'ici, s'est retrouvée également dans le calcaire de l'Eifel. On pourrait peut-être regarder comme caractéristiques pour les grauwackes, les *Ptérinées*, que l'on rencontre en grand nombre dans beaucoup de lieux ; j'en ai cependant retrouvé quelques-unes sur plusieurs points, dans des calcaires qui doivent être, ainsi que le calcaire de l'Eifel, regardés comme plus récents.

Calcaires de Refrath et de Paffrath.

On doit distinguer du calcaire de l'Eifel, un dépôt calcaire intimement lié avec lui, très bien caractérisé par l'apparition de quelques espèces et même de quelques genres particuliers qui ne se retrouvent pas non plus dans le calcaire carbonifère. On peut très bien reconnaître les caractères particuliers de cette roche, qui n'a été nullement distinguée du calcaire de l'Eifel, dans la masse calcaire qui se trouve tout à fait isolée sur la rive droite du Rhin, dans les environs de Bensberg, et que de nombreuses carrières ont mise à découvert. On observe là un fait remarquable et intéressant ; c'est que le calcaire occupe partout un niveau beaucoup plus bas que les grauwackes, il se trouve presque entièrement dans la vallée du Rhin, tandis que les hauteurs sont toutes composées de grauwackes ; Bensberg même est bâti sur la grauwacke. Le

calcaire n'est jamais recouvert par cette roche; au contraire, d'après les observations de M. le docteur Hassbach, on a mis à découvert plusieurs points qui montrent la superposition concordante du calcaire sur la grauwacke. Du côté du sud les carrières qui mettent à découvert le calcaire, se trouvent sur le chemin de Bensberg à Heumar; viennent ensuite les carrières qui se trouvent au lieu dit *Lustheidel*, précisément sur la route de Cologne à Bensberg. Vers le nord, on trouve les carrières de la *Steinbreche*, auprès de Refrath; ensuite celles des environs de Gronau, sur la route de Mülheim à Gladbach; et enfin de très-nombreuses carrières qui se prolongent au loin dans une forêt jusqu'à la *Hand*, au sud de Paffrath. Auprès de Paffrath même, il y a encore une carrière isolée, et le point le plus au nord, où le calcaire soit à découvert, doit être, à environ une heure de distance de Paffrath, un rocher isolé dans une forêt. Le calcaire de la *Steinbreche*, près de Refrath, est entièrement semblable au calcaire de l'Eifel, tant par la manière d'être de la roche que par les fossiles qu'il renferme. C'est un calcaire en général coloré en gris clair, qui, lorsqu'on le casse, exhale une odeur légèrement bitumineuse, et qui, par sa décomposition, donne une argile grise presque plastique. Il contient presque exclusivement les mêmes espèces de fossiles que l'on trouve dans les environs de Gerolstein, et il n'en contient que très-peu qui n'aient été trouvées que là jusqu'ici. Le calcaire mis à découvert par les carrières, dans les champs immédiatement auprès de la *Hand*, et dans le bois voisin, est très-différent de ce dernier. A

la partie supérieure on voit une couche de nature très-variable, tantôt composée d'un calcaire sableux, tantôt argileuse et ne formant plus de roche solide, dans laquelle se trouvent bien conservés et tout dégagés les jolis fossiles dont Paffrath est ordinairement indiqué comme le gisement. A cette couche succède en descendant une couche très-bien caractérisée, formée d'un calcaire très-poreux absorbant l'eau, la plupart du temps très-tendre, légèrement coloré, et ayant une forte odeur de bitume; dans ce calcaire se trouvent en grande quantité les mêmes fossiles que dans les couches supérieures désagrégées. Cette roche passe vers le bas à un calcaire noir très-bitumineux, solide, puant, riche en fossiles, qui ne donne jamais en se délitant une argile plastique, mais qui s'égraine. On peut observer ce mode de gisement dans presque toutes les carrières auprès de la *Hand*. Les calcaires des carrières des environs de Gronau et des environs de Paffrath, appartiennent à cette couche supérieure; dans les carrières de *Lustheide* on voit les couches qui réunissent ce calcaire supérieur avec le calcaire inférieur des carrières de Refrath.

Les fossiles, qui se trouvent dans les calcaires supérieurs auprès de la *Hand*, sont si différents de ceux du calcaire de Refrath correspondant au calcaire de l'Eifel, qu'il est très-facile d'établir entre eux une séparation tranchée. La liste, insérée dans la Géognosie de M. de Dechen, indique ces gisements d'une manière tout à fait inexacte. Je m'en suis convaincu aussi bien par mes propres observations, que par l'étude attentive de la belle collection de M. le docteur Hassbach de Bensberg,

qui, depuis plusieurs années, recueille avec la plus grande assiduité les fossiles de ce pays. J'ai reconnu comme caractéristiques pour ces couches supérieures, et comme s'y trouvant abondamment, les fossiles suivants, inconnus au contraire dans le calcaire de l'Eifel et dans celui de Refrath :

Strygocephalus Burtini Def.
Gypidium gryphoides Goldf.
Megalodon cucullatum Lam.
Cardita carinata (*Cardium car.* Goldf.), et d'autres espèces en grand nombre de ce genre.
Cardium elongatum (*Conocardium* Bronn.).
Nerita subcostata Goldf.
Turritella bilineata et *coronata* Goldf.
Turbo.
Monodonta.
Rotella.
Phasianella.
Buccinum arcuatum et *subcostatum* Schl.
Euomphalus delphinuloides Schl.
Bellerophon lineatus Goldf.

On doit d'abord remarquer la présence d'un grand nombre d'espèces et de genres de *Gastéropodes* et de *Conchifères*, que l'on peut déterminer exactement, à cause de l'état parfait de conservation et de netteté dans lequel on les obtient; puis, parmi les *Brachiopodes*, la présence de genres tout à fait nouveaux, tels que le *Strygocephalus*, et le *Gypidium*; tandis que la *Terebratula* et le *Spirifer* manquent presque tout à fait, et l'*Orthis* tout à fait; enfin la disparition complète des *Nautilacés*. Pour les *Coraux* et les *Crinoïdes* seulement, il ne paraît y avoir aucune différence avec le calcaire de l'Eifel non plus qu'avec le calcaire carbonifère. Comme ce calcaire supérieur, pour lequel je propose le nom de *calcaire à Strygocéphales*, n'est séparé du calcaire de l'Eifel, qui lui est inférieur, par aucune roche hétérogène; on ne doit pas s'étonner de trouver des couches dans lesquelles les fossiles de l'un sont en partie mêlés avec les fossiles de l'autre. Les carrières de *Lustheide* se rap-

portent à ce niveau; les couches inférieures renferment des *Cyrtoceratites* et la *Lucina proavia* Goldf., qui n'est pas rare dans le calcaire de l'Eifel; et les couches supérieures, au contraire, des *Strygocéphales* et des *Buccins*.

Calcaire de Sœtenich.

On trouve, sur la rive gauche du Rhin, un calcaire analogue au *calcaire à Strygocéphales* de Paffrath dans une seule localité, dans le voisinage de la mine de plomb des environs de Sœtenich. Le calcaire qui, dans les environs de ce lieu, se montre aussi bien dans le fond de la vallée que sur les hauteurs, et qui est mis à découvert par quelques carrières, concorde parfaitement avec le calcaire de l'Eifel; il contient la *Terebratula prisca* Schlotth., la *Calceola sandalina* Lam., le *Spirifer glaber* Sow., le *Sp. cuspidatus* Sow., la *Leptœna rugosa* Dalm., et d'autres espèces qui se trouvent en grand nombre dans beaucoup de localités de l'Eifel. A l'est de ce lieu, dans la direction de Keldenich, dans l'espace même où s'étend ce calcaire, on poursuit une exploitation très-irrégulière sur des masses d'oxide de fer hydraté qui se trouvent au-dessous de la surface du sol, en amas dont la grosseur est très-variable, et le plus ordinairement de quelques toises, et qui ne sont recouvertes que par une marne calcaire tendre et un calcaire poreux qui ressemble tout à fait à la roche de Paffrath décrite ci-dessus. Ces argiles et ces calcaires poreux sont, comme ceux de Paffrath, très-riches en fossiles, et la concordance des genres et des espèces est si grande, et les caractères pétrographiques de la roche, si particuliers et si semblables, qu'on ne peut avoir le moindre doute sur la parfaite contemporanéité et

la parfaite identité de formation de ces deux terrains. On trouve à Sœtenich le *Strygocephalus* et le *Gypidium*, la *Cardita*, le *Conocardium*, et de nombreuses espèces de *Turritella*, de *Turbo*, de *Phasianella*, de *Buccinum*, en un mot, toutes les formes que j'ai signalées comme caractéristiques du *calcaire à Strygocéphales*.

On se demande maintenant quelle cause peut avoir produit un changement si complet dans les caractères organiques des différentes parties d'un seul et même terrain disposé d'une manière uniforme et sans interruption. Si l'on considère que ces calcaires poreux, que ces marnes calcaires et ces argiles en couches non continues, ne doivent en aucune façon leur manière d'être à des phénomènes chimiques postérieurs à leur formation, mais que ces substances, ainsi que l'indique leur mode de gisement, ont été déposées originairement dans un état correspondant à leur manière d'être actuelle, il me semble tout simple d'admettre qu'immédiatement avant ou pendant la formation du calcaire de l'Eifel, par suite de soulèvements locaux peut-être tout à fait secondaires, quelques parties des eaux des mers d'alors ont été séparées de la masse générale, et ont formé des mers intérieures, et que ces couches moins continues, résultat d'un dessèchement successif, doivent être regardées comme les derniers précipités, déposés à l'état de limon. De cette manière se trouve expliquée l'apparition de formes organiques tout à fait différentes dans ces derniers précipités; les êtres de haute mer devaient disparaître peu à peu, et d'autres genres, appartenant à des eaux de moins en moins profondes, devaient prendre

leur place. La preuve d'un soulèvement considérable que le terrain schisteux du Rhin doit avoir subi avant le dépôt du terrain houiller, se trouve dans la stratification discordante de ce dernier sur le schiste argileux et la grauwacke du Hunsdrück. Ce soulèvement doit avoir été limité dans la partie sud du terrain schisteux, puisque vers l'extrémité septentrionale ce terrain est recouvert uniformément par le terrain houiller; il a même très-probablement eu lieu avant la formation du calcaire de l'Eifel et d'une partie des grauwackes qui se trouvent au-dessous, puisque, vers l'extrémité méridionale du Hunsdrück, parmi les couches redressées avant le dépôt du terrain houiller, ces roches plus récentes semblent manquer. Les phénomènes signalés plus haut peuvent très-bien être en rapport avec ce soulèvement. Si nous nous imaginons, comme conséquence de ce soulèvement, une chaîne de montagnes à pente rapide du côté du sud, et à pente faiblement inclinée vers le nord, comme l'indique le mode de superposition du terrain houiller, nous n'avons besoin d'admettre qu'un faible changement dans le niveau des eaux par des soulèvements ou des enfoncements pour produire ces mers intérieures et les caractères particuliers qui en résultent pour les calcaires de l'Eifel et de Bensberg.

Grünsteins et Schalsteins du pays de Nassau.

Si nous considérons maintenant les roches de la rive droite du Rhin, notamment celles du pays de Nassau, peu observées jusqu'ici sous le rapport de leurs restes organiques, nous rencontrons là des difficultés d'un autre genre qui rendent incertaine la détermination de l'âge relatif de ces roches; je veux parler des changements plutoniques auxquels cette partie du terrain

schisteux du Rhin a été soumise postérieurement à sa formation. Précisément dans cette partie du terrain schisteux du Rhin, où les formations qui nous occupent sont développées avec le plus de variété, dans le pays de Dillenburg, de Weilburg et de Limburg, on voit paraître les Grünsteins et les Schalsteins, qui dérangent tellement l'ordre de superposition, qu'il est presque impossible de reconnaître la continuité originaire des couches. Les observations de M. Stifft sont plus propres à embrouiller qu'à éclaircir les faits. Dans la carte jointe à son ouvrage, entraîné par des préoccupations trompeuses, il a figuré les Grünsteins et les Schalsteins pénétrant entre les couches, et formant des contournements et des selles tout à fait arbitraires, qui n'existent nullement dans la nature.

Pour avoir une idée claire de la manière d'être des Schalsteins et des Grünsteins du pays de Nassau, par rapport au terrain schisteux, on doit avant tout fixer son attention sur ce fait, que leur formation est postérieure à la configuration générale du pays, et qu'ils n'ont eu presqu'aucune influence sur le relief actuel du sol ni sur la formation des vallées. La formation du Grünstein a cela de commun avec la formation plus récente des Basaltes et des Trachytes du Rhin, que ces masses n'ont nullement brisé d'une manière violente le terrain schisteux par leur soulèvement; en effet, nulle part, à l'approche de ces roches plutoniques, les couches de grauwackes ne se trouvent interrompues ou brisées; mais, en général, elles se prolongent, avec une continuité parfaite et sans le moindre dérangement, jusque dans le voisinage immédiat de celles-ci. Là où les masses

plutoniques sont sorties au jour, une partie des terrains préexistants a été dérangée de son ordre de superposition, et ces dernières roches ont été entraînées avec les masses qui se soulevaient. Les Grünsteins n'ont agi, dans le pays de Nassau, en changeant la surface du sol, que là où ils s'élèvent en forme de dômes au-dessus de la grauwacke; quand ils n'atteignent pas la surface, mais qu'ils se terminent en forme de cônes vers le haut, et sont recouverts par les couches de grauwacke, sans que l'allure régulière de ces roches soit interrompue, leur existence ne peut être reconnue par aucun fait extérieur; il faut pour cela une cause artificielle ou fortuite.

Ce qu'il y a de difficile à expliquer dans l'apparition du Schalstein, c'est, d'un côté, la connexion intime dans laquelle il se trouve avec le Grünstein, plutôt par sa manière d'être géognostique, que par le passage réel d'une roche à l'autre; d'un autre côté, c'est la liaison encore plus étroite qu'il présente avec les roches stratifiées et de sédiment du terrain de transition, c'est-à-dire avec la Grauwacke et ses schistes, et avec le calcaire de transition. Par l'examen attentif de la manière d'être du Schalstein, je me suis convaincu que cette roche, en général, doit être considérée comme le résultat de l'altération, plus ou moins grande, des roches de transition par des causes plutoniques particulières. C'est principalement au calcaire qu'on doit attribuer une grande influence sur la formation des Schalsteins. M. Stifft fait remarquer des points où le calcaire est divisé en strates par du Schalstein. J'ai vérifié l'exactitude de ce fait, et je ne doute pas que là des couches de calcaire, primitivement

continues, n'aient été en grande partie altérées pour former du Schalstein. Sur plusieurs points, on trouve, dans des Schalsteins bien caractérisés, des fossiles qui concordent, d'une manière certaine et complète, avec ceux qui se rencontrent dans le calcaire voisin. Je citerai Löhren, près de Dillenburg, comme un des points les plus remarquables où l'on puisse bien observer la manière d'être du Schalstein par rapport au calcaire de transition.

Le court exposé des faits précédents montre d'une manière suffisante combien doit être incertaine, dans ce pays, par suite de l'enchevêtrement infiniment varié des Grünsteins et des Schalsteins au milieu du terrain de Grauwacke, toute détermination de l'âge relatif des différentes roches, basée sur leurs rapports de superposition. On ne peut nullement approuver la division que M. Stifft a établie d'après les faits relatifs au Schalstein. Les fossiles restent ici le seul point d'appui sur lequel on puisse s'étayer, et c'est par leur secours que je veux essayer de caractériser les différentes roches que j'ai observées.

Le point le plus au nord, dans le pays de Nassau, où l'on observe le Schalstein et en même temps le calcaire de transition, se trouve dans les environs de Dillenburg, auprès de Löhren; l'on voit encore, faisant suite à ces roches, du côté du sud-ouest, une masse calcaire considérable autour du village de Langenaubach. On peut, sans doute, regarder ce calcaire, qui ne diffère en rien de celui de l'Eifel, comme le plus ancien qui existe dans ce pays, puisqu'on le voit reposer immédiatement sur la Grauwacke, qui plonge d'une manière régulière vers le sud, à partir de

Siegen. La Grauwacke, à la *Kalteiche* et sur d'autres points cités par M. Stifft, contient beaucoup de fossiles; elle correspond parfaitement aux autres Grauwackes fossilifères du Rhin; on y remarque surtout de nombreux *Spirifers* et des tiges d'*Encrines*.

Schiste argileux de Wissenbach.

On doit remarquer comme une partie récente de cette formation, et ne présentant aucune différence essentielle avec le calcaire de l'Eifel dans le caractère général de ses fossiles, le schiste argileux de Wissenbach. Jusqu'à présent on ne connaît qu'un petit nombre des fossiles qu'il renferme, entre autres;

Calymene macrophtalma Brong.
Ammonites subnautilinus Schl.
Ces deux genres se trouvent aussi dans le calcaire de l'Eifel.
Orthoceratites gracilis Blum.
Isocardia Humboldtii Hoen.
I. antiqua Goldf.

J'ai trouvé en outre, dans ce calcaire, et répandus en général en assez grand nombre, les fossiles suivants:

Ammonites Dunnenbergi.
A. lateseptatus.
A. compressus (*Spirula comp.* Goldf.)
Au moins trois espèces d'*Orthoceratites* différentes de l'*O. gracilis.*
Un grand nombre d'espèces et de genres pouvant, pour la plupart, être déterminés d'une manière exacte, et n'ayant pas encore été décrits.
Spirula.
Bellerophon.
Euomphalus.
Turbo.
Turritella.
Nerita.
Parmophorus.
Plusieurs *Spirifers.*
Différents Conchifères à l'état de moules, ne pouvant être déterminés exactement, parmi lesquels se trouve le *Venericardium retrorsum* de Buch.

Si l'on compare les genres énumérés ci-dessus avec ceux que l'on connaît déjà du calcaire de l'Eifel, on trouve que, ces deux localités renferment des espèces des mêmes genres; aucune

des formes qu'on trouve à Wissenbach n'indique un rapprochement entre les fossiles de ce schiste argileux et ceux du calcaire de transition ancien, qui n'existe pas dans les terrains du Rhin. Le caractère essentiel de la position géognostique de ce schiste serait donc que, d'un côté, il est plus ancien que le calcaire de l'Eifel, et que, d'un autre, il est plus récent qu'une grande partie des Grauwackes du Rhin. Il se trouve donc au milieu de cette grande formation de Grauwacke qui doit être rapportée au terrain de transition récent. Sans aucun doute c'est à des circonstances locales qu'il faut attribuer la parfaite conservation des beaux et nombreux fossiles qui se trouvent dans le schiste de Wissenbach; beaucoup d'autres schistes argileux du Rhin, qui correspondent tout à fait à celui-ci quant à la manière d'être de la roche, mais qui, pour la plupart, sont tout à fait dépourvus de fossiles, peuvent cependant avoir été formés exactement à la même époque. Je ne doute pas que le schiste argileux qu'on voit à découvert dans les carrières considérables des environs de Goslar au Hartz n'appartienne à cette époque. Jusqu'à présent je ne connais venant de cette roche qu'un fragment d'*O. gracilis* pyritisé.

Calcaire de Löhren et de Langenaubach.

Entre le schiste argileux de Wissenbach et le premier calcaire dont le gisement a été signalé plus haut, on ne voit paraître, sur un espace considérable, aucune roche qui présente des caractères particuliers. Il n'existe absolument aucun motif pour regarder ce calcaire comme différent du calcaire de l'Eifel. Il est aussi riche en fossiles; cependant ils se détachent difficilement de la roche qui les enveloppe; ils se délitent avec elle, et sont par suite difficiles à déterminer. J'ai pu re-

connaître d'une manière certaine, dans le calcaire de Langenaubach, les fossiles suivants :

Terebratula prisca Schl.
Calamopora spongites.
C. polymorpha.
Cyatophillum cæspitosum.
C. quadrigeminum.
Stromatopora polymorpha Gold.

Ces coraux, réunis en grandes masses exactement comme dans l'Eifel, forment des bancs réguliers. La plupart des calcaires du pays de Nassau concordent, dans leurs caractères essentiels, avec le calcaire de Langenaubach, particulièrement ceux qui se trouvent sur la Lahn, près de Villmar et de Limburg. Ils reçoivent très-facilement le poli, et sont très-employés comme marbres. Les coraux que nous venons de citer y sont très-abondamment répandus, et sont très-faciles à reconnaître dans beaucoup de marbres polis. Auprès de Weilburg, on trouve aussi, dans le Schalstein, l'*Astrea porosa* Goldf.

Calcaire de Willmar

Après avoir vu se maintenir d'une manière aussi constante le caractère des calcaires du pays de Nassau, je fus très-surpris de rencontrer, dans le voisinage de Villmar, à une demi-lieue en remontant la Lahn, une petite masse de calcaire presque tout à fait enveloppée dans le Schalstein qui, aussi bien dans la manière d'être de la roche que dans les caractères des fossiles qu'elle renferme en immense quantité, présente la plus grande analogie avec le *calcaire à Strygocéphales* de Sötenich et de Paffrath, dont nous avons parlé ci-dessus. C'est un calcaire très-tendre, qui s'égraine facilement, poreux, légèrement coloré; on se représentera facilement ses caractères particuliers, quand on saura que les paysans des environs l'ont pris souvent pour du gypse cuit, et s'en sont servi comme d'un engrais pour leurs champs. Parmi la grande quantité d'espèces de

fossiles qu'on y rencontre, on en remarque plusieurs qui se trouvent aussi dans le calcaire de l'Eifel; mais un plus grand nombre encore de celles que j'ai citées comme caractéristiques pour le *calcaire à Strygocéphales*, notamment le *Strygocephalus Burtini* lui-même; on n'en rencontre que de jeunes individus; la *Turritella bilineata et coronata* Goldf., le *Bellerophon lineatus* Goldf., et le *Cardium elongatum* Sow. (*Conocardium* Bronn). Je n'y ai trouvé ni *Gypidium*, ni *Megalodon*, ni *Cardita*, mais j'y ai rencontré plusieurs espèces de *Térébratules*, abondantes aussi dans le calcaire de l'Eifel. Voici la liste des espèces déjà nommées que je connais de cette localité :

Calamopora spongites.
C. polymorpha.
Turritella bilineata.
T. coronata.
T. angustata.
T. conoidea.
T. acuminata.
T. costata.
Turbo striatus.
T. lineatus.
T. nodosus.
Trochus coronatus.
T. bicoronatus.
Phasianella constricta.
P. ventricosa.
P. auricularis.
Nerita lineata.
Euomphalus lævis.
E. striatus.
Bellerophon lineatus Goldf.
Isocardia Humboldtii Hœn.
Cardium elongatum Sow.
Pterinea lineata Goldf.
Terebratula borealis Schl.
T. prisca Schl.
T. pugnus Sow.
T. ferita de Buch.
Strygocephalus Burtini Def.

Cette liste fait voir avec quelle variété de formes les *Gastéropodes*, si caractéristiques pour le *calcaire à Strygocéphales*, se trouvent développés ici. Les *Nautilacés* paraissent également ici manquer tout à fait. Parmi les fossiles encore inconnus, je signalerai une *Scyphia* et une *Ostrea* comme des genres qui n'ont point encore été trouvés dans le terrain de transition; je citerai aussi une forme tout à fait nouvelle de *Crinoïde* sans tige, voisine des *Echino-encrinites*. La grande analogie de ces fossiles avec ceux du *calcaire à Stry-*

gocéphales, jointe à la ressemblance de la roche, permet de présumer que des caractères analogues de formation existent entre ces deux terrains, quoiqu'on ne puisse pas les reconnaître d'une manière plus certaine.

La différence essentielle qui existe entre la manière d'être géognostique des calcaires du pays de Nassau et celle des calcaires de l'Eifel et de Bensberg, c'est que les premiers ne reposent pas seulement, comme les seconds, en forme de bassin, sur la Grauwacke, sans être recouverts par des roches de cette nature. Ils paraissent, au moins en partie, interposés, d'une manière évidente, au milieu de la Grauwacke, de sorte qu'on doit nécessairement trouver là, si la classification posée précédemment est juste, des roches plus récentes que le calcaire de l'Eifel, et plus anciennes que le calcaire carbonifère, correspondant au système quartzo-schisteux supérieur de M. Dumont. Ces roches existent en effet, sans aucun doute, et je crois notamment que le *schiste à Posidonies* d'Herborn dont les fossiles sont déjà exactement connus, se rapporte à ce niveau, et comme il s'étend sur un assez grand espace, on peut peut-être le regarder comme une couche caractéristique pour cette époque. J'ai exposé plus haut les motifs qui empêchent, dans le pays de Dillenburg, de reconnaître d'une manière certaine l'ordre de superposition des diverses roches; dans le bassin houiller de la Westphalie, où l'on a maintenant, dans beaucoup de points, trouvé le *schiste à Posidonies*, on pourrait bientôt, à l'aide d'observations attentives, parvenir à décider cette question. On pourrait, en général, rapporter à cet étage supérieur du terrain de Grauwacke la plus grande partie de ces roches que M. Stifft regarde comme

Schiste à Posidonies d'Herborn.

plus récentes que le Schalstein lié au calcaire par sa position géognostique, et auxquelles il rattache également le *schiste à Posidonies*.

Une première preuve en faveur de l'opinion avancée ici, c'est que, sous les Grauwackes de la rive gauche du Rhin, qui incontestablement sont plus anciennes que le calcaire de l'Eifel, on ne rencontre ni le *schiste à Posidonies*, ni aucune roche qui lui ressemble. Une seconde preuve résulte du caractère des fossiles du *schiste à Posidonies*. On trouve en grand nombre, dans le schiste d'Herborn :

Posidonia Becheri Bronn.
Pecten grandævus Goldf.
Avicula lepida Goldf.
Orthoceratites striolatus H. v. M.

Beaucoup de *Goniatites* pour la plupart à l'état d'empreinte, et par cela même peu observées jusqu'ici.

Auprès d'Erbach, à environ deux heures d'Herborn, où M. Stifft n'a pas remarqué le *schiste à Posidonies*, on voit alterner avec cette roche plusieurs couches minces d'un calcaire solide noir fortement bitumineux qui est tout entier pétri de *Goniatites*. On ne peut que rarement apercevoir quelque chose de la coquille et des lobes; cependant j'ai reconnu distinctement, sur plusieurs exemplaires que le lobe dorsal était divisé, et la coquille plissée d'une manière particulière, deux caractères qui prouvent une assez grande liaison entre ces *Goniatites* et celles du terrain houiller. Dans aucun cas, ces *Goniatites* n'appartiennent à la famille qui comprend les espèces voisines de l'*A. subnautilinus* Schl., qui a le lobe dorsal simple et un lobe latéral largement arrondi. Parmi les roches du système quartzo-schisteux supérieur de M. Dumont, je n'ai pas rencontré, dans la province de Liége, le *schiste à Posidonies*; cependant, j'ai trouvé une Grauwacke schisteuse

qui lui ressemble beaucoup; auprès d'Amay, entre Choquier et Huy, outre quelques *Productus* et d'autres bivalves dont on ne peut déterminer le genre exactement, elle contient en grande quantité ce *Pecten* remarquable que M. Goldfuss a nommé *P. lineatus*. Comme ce genre ne se rencontre que très-rarement dans le calcaire de l'Eifel, et qu'il n'a jamais été trouvé parmi les fossiles de la grauwacke ancienne, on peut de sa présence tirer une preuve d'une assez grande valeur.

Calcaire d'Oberscheld.

Il nous reste encore à examiner un calcaire que l'on voit dans le pays de Dillenburg, et qui se distingue totalement par les fossiles particuliers qu'il renferme, de toutes les roches que nous avons examinées jusqu'ici. Ce calcaire se trouve auprès de Dillenburg, dans le voisinage d'Oberscheld, notamment au Sessacker et au Beilstein, où il est en connexion intime avec les minerais de fer, qui, là, et plus encore au lieu dit *Eisernen Hand*, sont l'objet d'une exploitation importante. Quant à leurs rapports géognostiques, ces minerais semblent, en général, former des couches disposées suivant la stratification générale du terrain de Grauwacke, tandis que les calcaires ci-dessus ne forment pas de couches continues, mais se trouvent en masses, faisant suite au gîte de minerai de fer. Sur toute leur étendue, les couches de minerai de fer sont dans la plus intime liaison avec le Grünstein et le Schalstein; leur formation doit, à ce que je crois, être attribuée aux altérations plutoniques du Schalstein. L'exploitation a mis à découvert, sur un grand nombre de points, les couches de minerai de fer qui se prolongent sur une étendue d'une lieue et demie, depuis Erbach jusqu'au-dessus du Beilstein, vers le lieu dit Kœnigzug. Près d'Erbach,

on a découvert deux couches différentes dont l'une plonge vers le sud et l'autre vers le nord; toutes les deux ont pour toit du Grünstein et pour mur du Schalstein; c'est une règle générale pour toute l'étendue de la couche. Les couches de minerai de fer présentent, dans l'espace indiqué, plusieurs contournements considérables; le Grünstein au toit, et le Schalstein au mur, suivent ces mêmes contournements; et cette manière d'être seule prouverait déjà que le minerai de fer dépend complétement de la formation du Schalstein et du Grünstein.

Parmi les masses calcaires isolées qui interrompent ou accompagnent ces couches de minerai de fer, et qui, sans aucun doute, ont appartenu à une couche continue avant la formation du Schalstein et du minerai de fer, on doit remarquer surtout le calcaire de Sessacker, auprès d'Oberscheld, à cause de la grande variété de fossiles qu'il renferme. Quelques-uns de ces fossiles se trouvent aussi dans le Schalstein, ou plutôt dans le minerai de fer, comme l'*Ammonites Becheri* Goldf., que l'on ne connaissait jusqu'ici que comme venant de ce minerai; on trouve aussi des *tiges d'Encrines* et de petites *Caryophillies*. Voici, en peu de mots, le caractère général que présentent les fossiles du calcaire d'Oberscheld : ce sont principalement des *Orthocératites*, des *Goniatites* et des *Trilobites*; puis un grand nombre de *Conchifères* dont les genres, pour la plupart, ne peuvent être déterminés qu'approximativement. Je n'ai trouvé aucun *Brachiopode*; parmi les *Gastéropodes*, une seule *Turritella*; et quelques *Coraux* et quelques *Crinoïdes* très-rares. On ne connaît que très-peu des espèces, qui se trouvent dans ce calcaire, dans les autres roches du terrain schisteux du Rhin que nous avons examinées

précédemment, entr'autres, l'*Orthoceratites inflectus* Goldf., la *Pterinea lævis* Goldf., et peut-être aussi la *Pterinea ventricosa* Goldf. Dans cette réunion d'*Orthocératites*, de *Trilobites* et de *Goniatites* accompagnés d'un grand nombre de *Conchifères*, tandis que les *Brachiopodes* manquent complétement, j'ai cru reconnaître une certaine analogie avec le caractère des fossiles du calcaire de transition ancien du Fichtelgebirg. Malgré tous les autres rapports qui militaient en faveur de cette assimilation, je me suis cependant convaincu bientôt de leur insuffisance par une observation plus attentive des fossiles. Les *Goniatites* particulièrement, qui présentent une grande variété d'espèces dans le calcaire d'Oberscheld, n'ont pas la plus petite ressemblance avec celles qu'a décrites le comte de Münster; elles se rapprochent beaucoup plus, pour la plupart, par la forme de leurs lobes des *Goniatites* du terrain houiller. Les *Clyménies* manquent dans ce calcaire aussi bien que dans le calcaire de l'Eifel et dans le calcaire carbonifère. Pour le distinguer par un seul nom, on pourrait adopter, pour le calcaire d'Oberscheld, la désignation de *calcaire à Goniatites*, tandis que le calcaire du Fichtelgebirg serait très-bien distingué par le nom de *calcaire à Clyménies*. Au reste, la présence de ce *calcaire à Goniatites* n'est nullement limitée au pays de Dillenburg; on trouve, dans la principauté de Waldeck, non loin de Stadtberg, un calcaire qui, entre autres caractères semblables, a tout à fait le même aspect extérieur que le calcaire de Dillenburg. D'après des communications que je dois à M. Dannenberg, de Dillenburg, les couches de minerais de fer, avec lesquelles se trouve ce calcaire, qui est coloré en rouge par de l'oxide

de fer, ont, comme à Oberscheld, pour toit du Grünstein, et pour mur du Schalstein. M. de Buch a déjà fait connaître trois fossiles de ce calcaire de Waldeck, qui renferme tout à fait les mêmes corps organisés que celui de Dillenburg. Ces fossiles sont l'*Ammonites retrorsus*, le *Venericardium retrostriatum*, et l'*Orbicula concentrica*; la détermination générique des deux derniers est peut-être encore incertaine. Ces trois fossiles se trouvent aussi au Sessacker.

La place que le *calcaire à Goniatites* occupe parmi les subdivisions de la formation de transition du Rhin doit être provisoirement regardée comme incertaine. Comme plus qu'aucune autre roche, sur toute l'étendue où il est connu, il est enveloppé de Grünstein et de Schalstein, on peut encore moins distinctement que pour les roches précédentes, reconnaître ses rapports de superposition. De même que je considère comme devant être placé parallèlement au calcaire de l'Eifel le calcaire le plus ancien qui se montre dans le pays de Dillenburg, de même aussi je regarde comme très-probable qu'on doive rapporter, dans la partie ouest du terrain schisteux du Rhin, la formation la plus récente de Grauwacke au système quartzo-schisteux supérieur de M. Dumont. J'attache une importance particulière au rapprochement que j'ai établi ci-dessus, entre une grande partie des *Goniatites* des environs d'Oberscheld et celles du terrain houiller, parce que les *Goniatites* du *schiste à Posidonies* présentent la même ressemblance. Par là se trouve appuyée l'opinion que le *calcaire à Goniatites*, placé très-près par son âge du *schiste à Posidonies*, doit, comme celui-ci, se placer entre le calcaire de l'Eifel et le calcaire carbonifère.

NOTE

Sur quelques ossements de mammifères carnassiers et herbivores, trouvés au lieu dit Laroque, commune de Bassens, arrondissement de Bordeaux (Gironde);

Par M. P.-A. DROUOT, Ingénieur des mines.

De nombreux ossements de mammifères et autres animaux ont été trouvés dans la partie inférieure et stratifiée des terrains tertiaires (lacustres et marins) du département de la Gironde. Indépendamment de ces fossiles qui datent d'une époque certainement antérieure au creusement des vallées, on a trouvé, dans plusieurs localités de ce département, des débris nombreux de mammifères, d'origine beaucoup plus récente, mais appartenant cependant à des genres dont plusieurs ne vivent plus dans nos contrées.

La première découverte de ce genre dans ce département (1) remonte à 1712, époque antérieure de 100 ans à l'immortel ouvrage de Cuvier sur l'anatomie comparée. Elle eut lieu, paroisse de Haux, à demi-lieue de Langoiran au pied du coteau de Conrcouyat ou des Clottes, en face du chemin qui conduit à la rivière.

La découverte, ouvrage du hasard, fut due à la chute imprévue d'une saillie de roc, depuis longtemps minée au pied par des tuiliers qui venaient

(1) Extrait des considérations générales sur les terrains tertiaires du département de la Gironde, par M. Jouannet, page 20 et suivantes, (Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, tome IV, 4ᵉ livraison, 25 octobre 1830.)

y extraire de l'argile. Cette chute fit voir à dix-sept pieds au-dessus du sol, une cavité en voûte, remplie d'ossements mêlés avec des terres rousses, sablonneuses, pareilles à celles du coteau. Parmi les ossements on reconnut des dents de bœuf, de cheval et d'autres animaux inconnus dans le pays. Cette caverne était creusée dans le calcaire grossier tertiaire.

Au mois de janvier 1826, le hasard encore fit découvrir une autre caverne, commune de Saint-Macaire, dans une carrière au pied de l'ancien manoir de Lavisson, et à 25 mètres au-dessus des basses eaux de la Garonne (1). Cette caverne est, comme la précédente, creusée dans le calcaire grossier.

Elle était remplie d'ossements brisés, confusément entassés et enveloppés d'une terre rousse, compacte, mêlée de galets, de sablon et d'un très-petit nombre de coquilles terrestres.

M. Billaudel y a constaté la présence d'ossements appartenant aux genres suivants : bœuf, cheval, cerf, cochon, campagnol, hyène, taupe et blaireau (2).

Outre les nombreux débris de mammifères renfermés dans les deux cavernes que je viens

---

(1) Bulletin de la Société linnéenne de Bordeaux 1826 et 1827, mémoire publié par M. Billaudel, membre correspondant.

(2) M. Billaudel a recueilli dans la commune d'Aillas, arrondissement de Bazas, Gironde, des ossements de rhinocéros et de cerf mêlés à des débris d'anoplotherium, trionyx, etc. Mais ce gîte appartient à la formation d'eau douce inférieure. Les ossements d'Aillas ne manifestent par l'action du feu aucune odeur animale, tandis que ceux de Lavisson en produisent une très-prononcée et noircissent fortement (Actes de la Société linnéenne de Bordeaux, tome VII, 2e livraison, 1835).

d'indiquer, on a signalé des ossements de cerf dans plusieurs tourbières du département. M. Jouannet a trouvé deux dents molaires d'éléphant dans les sables avec galets quartzeux qui recouvrent le calcaire grossier à Terre-Nègre, commune de Bordeaux. M. Baumgarten, ingénieur des ponts et chaussées à Marmande (Lot-et-Garonne), a recueilli également une molaire d'éléphant en aval de cette ville sur la rive droite de la Garonne, dans les sables, avec galets quartzeux qui constituent le sol de la plaine haute et recouvrent les argiles associées à la molasse sableuse de la formation tertiaire d'eau douce inférieure.

Le 17 avril 1837, en parcourant la commune de Bassens, rive droite de la Garonne, en aval de Bordeaux, j'ai rencontré moi-même un gîte d'ossements qu'il m'a paru utile de signaler.

Ce gîte se trouve au lieu dit Laroque, à 1.500 mètres environ N.-N.-O du clocher de Bassens, sur un petit plateau de forme circulaire, ayant à peu près 100 mètres de diamètre, et élevé d'environ 10 mètres au-dessus de la plaine, qui, elle-même, est déjà à l'abri des plus hautes crues et marées de la Garonne.

Ce plateau déborde à l'ouest la ligne des coteaux, et se trouve presque isolé dans la plaine où il s'avance. Il est formé de calcaire grossier tertiaire, contenant diverses coquilles marines parmi lesquelles on remarque de nombreuses milliolithes, on y rencontre aussi des ossements de cétacés. Presque toute sa superficie est couverte de vignes, dont la plantation a exigé un défoncement ou culture profonde, de près d'un mètre. C'est seulement à l'est de la maison d'exploitation et

d'habitation, appartenant à M. Deleyre, sur le bord même du plateau, que se trouve encore une partie de terrain non défoncé et dans laquelle des recherches peuvent être suivies avec succès.

En faisant exécuter quelques fouilles, je reconnus que les os se trouvent au-dessus du calcaire grossier, dans un sable jaunâtre, siliceux, argileux, micacé, mélangé de quelques galets quartzeux, et plus fréquemment de particules et de fragments du calcaire grossier qu'il recouvre. Ce dépôt sableux n'a qu'une faible épaisseur; moins de cinquante centimètres.

Les ossements sont quelquefois attachés à la roche calcaire par un ciment noir-rougeâtre, calcaire et ferrugineux, évidemment postérieur à cette roche, mais le plus souvent ils sont libres dans le sable. Je dois ajouter que je n'ai trouvé entière aucune partie d'aucun animal. Les dents ont encore leur émail; mais cependant lorsqu'on les soumet à l'action de la chaleur elles ne donnent aucune odeur annonçant la présence de la matière animale; il en est de même des divers autres ossements.

M. Billaudel, à qui j'ai présenté ces ossements, a bien voulu les examiner, et je crois pouvoir annoncer qu'il s'y trouve :

1° Des dents et débris de mâchoires d'hyène;

2° De nombreux excréments d'hyène;

3° Des dents paraissant appartenir au genre chien;

4° Des défenses et des dents de sanglier;

5° Des dents appartenant au genre cochon, mais provenant d'un animal beaucoup plus petit;

6° Une dent molaire de lait d'un jeune rhinocéros;

7° Un grand nombre de dents d'animaux herbivores;

8° Une partie de la mâchoire d'un petit lapin ou d'un animal peu différent;

9° Une partie de la mâchoire d'un petit campagnol ou d'un animal peu différent;

10° Des bois de cerf;

11° Un grand nombre d'os appartenant à des animaux divers, dont les genres n'ont pas été déterminés. L'un de ces os, rectiligne et creux, présente une section à peu près circulaire, mais cependant un peu aplatie d'un côté, et dont le plus grand diamètre est de 0m,074. Malheureusement il est tronqué à ses deux extrémités.

Le dépôt sableux qui renferme les ossements de Laroque n'étant pas recouvert, il est difficile, pour ne pas dire impossible, d'en fixer l'âge géologique. Cependant, dès le premier examen, on reconnaît à sa nature et à sa position, qu'il ne peut pas être classé dans la partie ancienne et stratifiée des terrains tertiaires, il ne peut donc appartenir qu'à l'étage supérieur et arénacé de ces terrains (1),

(1) Le dépôt arénacé qui constitue l'étage supérieur des terrains tertiaires dans la portion du département de la Gironde comprise entre la Garonne et la Dordogne, se compose de deux parties, savoir : 1° l'inférieure formée de galets quartzeux provenant des terrains anciens ou ignés et des terrains tertiaires d'eau douce. Ces galets sont mélangés de sables plus ou moins argileux et micacés blancs et rouges. Ils sont quelquefois agglutinés par un ciment ferrugineux qui en fait une sorte de grès exploité pour quelques constructions à défaut de meilleurs matériaux; 2° la partie supérieure formée d'argile sableuse micacée jaunâtre avec veines blanches irrégulières et grains argileux, sableux et ferrugineux ordinairement arrondis. Aucune de ces deux parties ne fait effervescence avec les acides.

Les courants, qui ont charrié ce dépôt arénacé ter-

ou aux alluvions anciennes de la Garonne (1).

En observant que ce dépôt ossifère se trouve peu élevé au-dessus des eaux ordinaires de la Garonne, et bien inférieur à celui qu'atteignait, antérieurement au creusement des vallées, la surface supérieure du calcaire grossier dans la localité dont il s'agit: en remarquant la similitude des genres d'animaux dont j'ai recueilli des débris à Laroque, avec ceux trouvés par M. Billaudel dans la grotte de Lavisson; considérant, en outre, que cette grotte est nécessairement postérieure au dépôt d'argile sableuse avec grains ferrugineux, recouvrant les coteaux qui bordent la droite de cette vallée; je pense qu'il faut placer les sables, avec les ossements de Laroque, parmi les alluvions anciennes de la Garonne. Les animaux, auxquels appartiennent ces débris, vivaient donc à une époque où le pays avait déjà, en partie, son relief actuel; mais, d'après les genres mêmes de ces animaux, il y a lieu de croire que le climat était alors bien différent de ce qu'il est aujourd'hui.

La présence des débris d'éléphant dans les graviers qui recouvrent le calcaire grossier à Terre-Nègre, commune de Bordeaux, et l'argile avec mollasse sableuse d'eau douce de la plaine haute de Marmande (Lot-et-Garonne), est d'accord avec ces conclusions.

---

tiaire, ont commencé le creusement des vallées actuelles.

(1) Indépendamment des galets quartzeux signalés dans la note précédente et appartenant aux terrains tertiaires, on en trouve dans les vallées de la Garonne et de la Dordogne, d'autres dépôts qui n'atteignent plus les hautes eaux actuelles de ces fleuves, mais qui sont des alluvions anciennes et se rattachent d'une manière continue aux graviers que ces eaux charrient encore aujourd'hui.

NOTE

Sur la préparation mécanique des minerais de fer dans les départements de la Meuse et des Ardennes;

Par M. DE HENNEZEL, Ingénieur des mines.

La préparation mécanique des minerais de fer, dans les départements de la Meuse et des Ardennes, a lieu, soit dans des lavoirs mus à bras d'hommes, où l'on effectue le débourbage ou le lavage proprement dit, soit au moyen d'appareils mis en mouvement par une roue hydraulique. J'aurai donc à décrire successivement les lavoirs à bras pour le débourbage, les lavoirs à bras proprement dits, les patouillets et les bocards à mines.

Lavoirs à débourber. Ils sont établis le plus souvent sur le lieu même de l'exploitation, ou à une très-faible distance. De petites rigoles, qu'on ne peut considérer comme des constructions hydrauliques, amènent les eaux sur le lavoir, qui n'est formé que de trois planches. A mesure que l'exploitation se déplace, ces lavoirs sont transportés sur un autre point, et il y en a qui changent ainsi plusieurs fois de place dans le courant même d'une année, c'est ce qui les fait appeler aussi *lavoirs mobiles*.

Le débourbage ne s'exécute que sur une petite partie des minerais employés dans les départements de la Meuse et des Ardennes : il exige, en effet, des circonstances locales qui ne se présentent que pour quelques exploitations; en

outre, c'est une manipulation de plus, qui ne peut être pratiquée que lorsque les frais qu'elle occasionne sont compensés par l'économie qu'elle produit sur les frais de transport de la minière aux ateliers où se fait le lavage proprement dit. En général elle s'applique à des minerais d'une extraction peu dispendieuse, mais trop terreux pour être exploités, s'ils ne pouvaient être débourbés sur les lieux mêmes et amenés au degré de pureté des minerais ordinaires.

Ce sont les ouvriers employés à l'extraction qui font le débourbage; ils sont payés par voiture de minerai débourbé, et il est ainsi impossible de distinguer le salaire payé pour chacune des deux opérations. Il résulte d'ailleurs de ce qui a été dit plus haut que le prix du minerai débourbé diffère peu du prix du minerai brut que l'on ne soumet pas au débourbage, et il conviendra, dans les détails économiques à faire figurer au paragraphe suivant, de prendre, pour prix du minerai à soumettre au lavage, le prix moyen de tous les minerais, soit bruts, soit débourbés, qui servent de matière première à cette opération.

Lavoirs proprement dits. Ces lavoirs ont la forme de prismes droits à base trapézoïdale, placés horizontalement. Ils ont de 3 à 7 mètres de longueur et de 1 à 3 mètres de largeur, sur une profondeur de $0^{m},3$ à $0^{m},7$.

Il y a toujours deux ouvriers travaillant en même temps à un lavoir : le minerai brut est placé d'abord en tête du lavoir, sur l'un des côtés, en un tas qui repose en partie sur le bord du lavoir. Par un travail analogue à celui que l'on fait pour gâcher du mortier, l'un des ouvriers pousse le minerai sous le courant d'eau, en même

temps qu'il écrase les pelotes d'argile dans lesquelles le minerai se trouve engagé ; tandis que l'ouvrier placé de l'autre côté attire le minerai à lui, contre le courant, et le relève dans le coin et sur le bord du lavoir. Lorsque tout le minerai a passé d'un côté du lavoir à l'autre, les deux ouvriers changent de rôle, et exécutent le même travail une seconde fois ; on dit alors que la mine est *repassée* deux fois. Jamais le minerai préparé (*mine nette*) ne s'obtient par une seule opération ; suivant la pureté du minerai brut et la consistance de la gangue qui l'accompagne, on le repasse de deux à six fois. Par suite de cette circonstance, on comprend que le produit journalier d'un lavoir est très-variable ; il varie d'ailleurs encore à raison de la quantité d'eau dont on dispose. Pendant l'opération même du lavage, les laveurs font un triage à la main et rejettent les pierres et les pelotes d'argile stérile.

Deux ouvriers travaillant ensemble à un même lavoir produisent, par jour, de 25 à 80 quintaux métriques de minerai préparé, et reçoivent ensemble de 3 à 12 centimes par quintal ; on peut admettre, comme terme moyen, qu'ils obtiennent 45 quintaux de minerai préparé par jour, et qu'ils reçoivent 6 centimes par quintal de minerai obtenu.

Détails économiques.

	fr. c.
Minerai à laver, sur la minière, 1 quintal.	0,070
Transport de la minière au lavoir, à raison de 0fr.,033 par kilomètre et par quintal, pour une distance moyenne de 3 kilomètres.	0,099
1 quintal de minerai rendu au lavoir.	0,169
3 quintaux de minerai à laver.	0,507
Main d'œuvre.	0,060
Frais généraux (intérêt de la valeur du terrain, etc.), soit.	0,053
Valeur du quintal de minerai lavé sur le lavoir.	0,620

Patouillets. Tous les patouillets des départements de la Meuse et des Ardennes sont mûs par des roues hydrauliques. Les bocards à mines, étant toujours accompagnés de patouillets, le dessin d'un bocard à mine, joint à cette notice, présente en même temps un patouillet.

Il y a des patouillets à une et à deux cuves : les patouillets à deux cuves doivent être préférés; mais la force motrice dont on dispose ne permet pas toujours de les établir ainsi.

Une cuve de patouillet présente trois orifices : 1° l'orifice supérieur par où arrive l'eau alimentaire; 2° l'orifice latéral, placé un peu plus bas que le précédent, et par lequel s'écoule constamment l'eau sale; 3° l'orifice inférieur, par lequel le minerai lavé se rend dans un bassin où l'on achève de le purifier.

Le lavage au patouillet est pratiqué pour le minerai en petits grains oolitiques agglutinés par une gangue argileuse. Il présente deux époques : 1° l'orifice inférieur est fermé; on charge peu à peu la cuve, puis on laisse travailler le patouillet qui sépare les parties argileuses par l'action du mouvement des bras et de l'eau qui se renouvelle sans cesse; 2° on ouvre l'orifice inférieur, l'eau entraîne le minerai déjà épuré dans le lavoir où l'on continue à le purifier par un travail à bras. Ensuite, tandis qu'on charge de nouveau la cuve, un ouvrier relève le minerai sur le bord du lavoir. Si l'argile qui accompagne le minerai contient de petits fragments de pierres stériles, on place entre l'orifice inférieur de la cuve et le lavoir, une grille horizontale sur laquelle ces fragments s'arrêtent. De temps en temps on débarrasse la grille au moyen d'un rateau.

Pour les patouillets à deux cuves, le travail

doit être ordonné de telle sorte, que l'une des cuves soit à la première partie de l'opération, tandis que l'autre est à la seconde.

Détails économiques.

	fr. c.
Minerai à laver, 1 quintal.	0,070
Transport, à raison de 3 centimes par quintal et par kilomètre, pour une distance de 5 kilomètres (1).	0,150
1 quintal rendu au patouillet	0,220
2,4 quintaux sur le patouillet.	0,528
Main-d'œuvre.	0,040
Frais généraux (2).	0,053
1 quintal de minerai préparé.	0,621

Bocards à mine. La planche *II*, jointe à cette notice, présente avec détails un bocard à mine du département de la Meuse.

a, canal d'amenée;
b, coursier de la vanne de décharge;
c, coursier des deux roues motrices;
d, batterie à cinq pilons, disposée dans le système du bocardage à la grille;
e, cuves de patouillets dites *huches*;
f, bassin (ou *fosse*) destiné à recevoir les produits du bocardage et du lavage;
g, *goulette* des pilons;
h, *rafraîchissoirs*;
i, rigole de décharge des huches;
k, petit local où se renferment les outils.

(1) Comme les patouillets exigent un moteur hydraulique, ils sont en général plus éloignés des minières que les lavoirs : on a pris 5 kilomètres pour distance moyenne au lieu de 3. Sur d'aussi petites distances le temps nécessaire pour le chargement et le déchargement est très-sensible, et c'est pour cela que le prix du transport est ici plus faible que dans le calcul précédent.

(2) Les frais d'établissement sont beaucoup plus élevés que pour les lavoirs ordinaires; mais le produit journalier étant aussi beaucoup plus fort, on ne croit pas s'éloigner de la vérité, en admettant que les frais généraux figurent pour la même somme dans la valeur du quintal.

Le patouillet dépendant d'un bocard à mine est toujours à deux huches; tandis que l'une reçoit les produits du bocardage, on lave dans l'autre les produits qui y ont été reçus, et on les fait écouler dans le bassin où ils sont soumis à la dernière préparation. Le travail ne diffère d'ailleurs de celui qui a été indiqué pour les patouillets, qu'en ce qu'au lieu de charger le patouillet, on fait arriver le minerai à préparer sous les pilons du bocard, d'où il est entraîné au fur et à mesure, à travers la grille, dans les cuves du patouillet. Le nombre des pilons du bocard doit être en rapport avec la nature du minerai et le temps qu'il exige pour être bocardé; la durée de l'opération doit être, en général, réglée par le travail du patouillet, et les pilons doivent être en nombre tel qu'ils fournissent en quantité suffisante la matière première au patouillet. Plusieurs des bocards employés dans la Meuse sont à deux batteries de cinq pilons chacune.

Le bocardage s'exécute sur des minerais en rognons généralement caverneux, retenant de l'argile qui ne pourrait être séparée par le lavage ordinaire. Presque toujours on les soumet préalablement à un débourbage assez parfait; c'est pour cela que, dans les détails économiques qui suivent, le prix du minerai à préparer est plus élevé que pour les patouillets; tandis que, d'un autre côté, la quantité nécessaire pour produire un quintal est moindre.

	fr. c.
Minerai à bocarder, 1 quintal.	0,120
Transport au bocard, pour une distance moyenne de 5 kilomètres, à raison de 3 centimes par quintal et par kilom.	0,150
1 quintal rendu au bocard	0,270
2,1 quintaux, sur le bocard.	0,567
Main-d'œuvre.	0,050
Frais généraux, etc.	0,060
1 quintal de minerai préparé.	0,677

AÉRAGE

Des mines;

Par M. COMBES, Ingénieur en chef des mines.

INTRODUCTION.

Le bon aérage des mines est une des parties les plus importantes de l'art. Si les travaux ne sont pas parfaitement aérés, la santé des ouvriers, qui y passent la moitié de leur vie, est bientôt gravement altérée; dans certains cas, un vice d'aérage les expose à un danger de mort immédiat, et compromet l'existence même de la mine. Cependant les bonnes méthodes d'aérage sont ignorées de la plupart des mineurs. Le *Journal* et les *Annales des Mines* ne contiennent presque rien à ce sujet; car les instructions publiées sur les lampes de sûreté, et sur les appareils au moyen desquels on peut pénétrer dans les lieux infectés par des mofettes, ne sont point, à vrai dire, relatives à l'aérage. On trouve, dans ce recueil, la description d'une méthode nouvelle d'aérer les mines de houille, proposée par M. James Ryan (*Ann. des Mines*, t. VIII, 1re série, p. 439). Mais, outre qu'elle est peu intelligible, à cause de l'absence des dessins, qui étaient joints au mémoire de l'auteur, nous pensons que M. Ryan n'a pas eu suffisamment égard, dans les procédés qu'il propose, à la propriété de *diffusion*, en vertu de laquelle des fluides aériformes, contenus dans une même enceinte, se mêlent uniformément, au

bout d'un temps assez court, malgré les différences de pesanteurs spécifiques. Enfin cette notice est fort incomplète.

M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, après m'avoir autorisé, sur ma demande, à visiter les principales mines de houille de la Belgique, et du département du Nord, pour y faire une étude spéciale des méthodes d'aérage, m'invita à rédiger, sur ce sujet, une instruction pratique. Tel fut d'abord l'objet de cet écrit; mais, dès le commencement, j'acquis la conviction que la connaissance des méthodes d'aérage était trop peu répandue, pour qu'une simple instruction pût être de quelque utilité.

Les circonstances locales étant très-variées, et les procédés devant être changés ou modifiés en conséquence, il était à peu près impossible d'indiquer, comme des recettes pratiques, les procédés divers, et de mettre le mineur à même de faire un choix raisonnable dans chaque cas, sans lui présenter, en même temps, une analyse succincte des notions générales de physique, et de mécanique, d'après lesquelles il doit se déterminer. J'ai donc pensé qu'un traité de l'aérage remplirait mieux le but d'utilité que se proposait M. le directeur général. Il a bien voulu approuver ces vues, et j'ai entrepris, en conséquence, le présent travail, que j'ai rendu aussi complet, qu'il m'a été possible. Je l'ai divisé en plusieurs chapitres.

Dans les deux premiers, j'expose sommairement: 1° la nature, les causes du développement, et les propriétés essentielles des différents gaz, qui vicient l'air des mines; 2° les lois du mouvement des fluides aériformes, en ayant égard à l'action de la pesanteur, et aux variations de tem-

pérature, que subissent les mélanges gazeux, dans le parcours des galeries souterraines. Je renvoie le lecteur, pour la démonstration des formules insérées dans ce deuxième chapitre, aux mémoires que j'ai publiés, dans les *Annales des Mines*, t. XII, p. 373 et suiv., année 1837.

Le troisième chapitre est divisé en deux sections. La première traite des divers moyens employés pour déterminer un courant d'air constant dans les mines; la seconde, de la distribution du courant dans l'intérieur des travaux.

Le quatrième contient quelques documents nouveaux sur les appareils d'éclairage, et sur les réservoirs d'air portatifs, qui permettent de pénétrer dans les lieux infectés de mofettes. Je donne aussi quelques indications, sur la marche à suivre, en cas de certains accidents.

Ces deux derniers chapitres renferment tout ce qui doit faire partie d'une instruction pratique sur l'aérage, et j'espère qu'ils pourront en tenir lieu. Afin de ne pas trop les charger, j'ai réuni, dans des notes, les considérations théoriques, et les résultats d'expériences, qu'il m'a paru possible d'isoler du texte, sans inconvénient pour la clarté, ou l'exactitude des raisonnements.

CHAPITRE PREMIER.

NATURE, PROPRIÉTÉS PRINCIPALES DES GAZ QUI VICIENT L'AIR DES MINES, ET CAUSES DE LEUR FORMATION.

1. L'air atmosphérique est composé de 79 parties d'azote, et de 21 parties d'oxygène en volume. Il contient en outre un peu de gaz acide carbonique, qui ne dépasse pas un millième du volume total, et une quantité de vapeur d'eau, variable, mais

toujours inférieure à un *maximum* qui dépend de la température.

La pesanteur spécifique de l'air sec ou privé de vapeur d'eau étant prise pour unité, la pesanteur spécifique de l'oxygène est. 1,1036
La pesanteur spécifique de l'azote est. . 0,976
Celle de la vapeur d'eau. 0,624

L'air dans les mines, et généralement dans toutes les excavations souterraines, est altéré : 1° par soustraction d'une partie de son oxygène ; 2° par des mélanges de gaz étrangers. Ceux-ci proviennent de la décomposition chimique de certaines substances, ou se dégagent, soit des fissures ou cavités du terrain, soit des cellules de la roche, qui forme les parois des excavations.

L'oxygène de l'air est absorbé par la respiration des ouvriers, la combustion des chandelles ou lampes à huile, et la décomposition chimique de beaucoup de substances, qui se rencontrent dans les mines, ou que l'on est obligé d'y apporter du dehors.

Dans l'acte de la respiration, l'air expiré renferme à peu près autant d'azote que l'air inspiré : une partie de l'oxygène de l'air inspiré est remplacée, ou peu s'en faut, par son équivalent en gaz acide carbonique, ou en vapeur d'eau.

Il paraît que le volume d'air inspiré par un homme est, au plus, de 19 mètres cubes par 24 heures, ou 792 litres par heure. Le volume de gaz acide carbonique expiré est en même temps les 0,03 environ du volume d'air inspiré ; de sorte qu'un homme exhale 570 litres par 24 heures, ou 24 litres par heure, de gaz acide carbonique. (Instruction pratique sur l'emploi des lampes de sûreté, et sur les moyens de pénétrer sans dan-

ger dans les lieux méphitisés. *Annales des mines*, 1[re] série, tome X, pag. 45 et 47.)

La combustion des chandelles ou des lampes absorbe une quantité d'oxygène, qui dépend de la nature et du poids du combustible brûlé. Il y a en même temps production de gaz acide carbonique et de vapeur d'eau. La combustion d'une lampe de la plus grande dimension, parmi celles qu'on emploie dans les mines, consomme moins d'oxygène, dans un temps donné, que la respiration d'un ouvrier.

L'oxygène de l'air est encore absorbé par la décomposition chimique de plusieurs substances, qui se trouvent ordinairement dans les mines. Ainsi, sous la double influence de l'air et de l'humidité, des sulfures se transforment en sulfates; certains protoxides, ou protocarbonates métalliques, en peroxides; les matières végétales et animales éprouvent, comme on sait, dans les mêmes circonstances, une fermentation putride, dans laquelle l'oxygène de l'air disparaît, en se combinant avec quelques-uns des principes élémentaires de ces substances, et dont les produits, qui se répandent dans l'air ambiant, sont principalement du gaz acide carbonique, des composés gazeux de carbone et d'hydrogène; de l'azote, et de l'ammoniaque pour les matières azotées. Ces gaz entraînent encore avec eux d'autres substances, que l'analyse chimique n'a pu isoler, qui ont habituellement une odeur infecte, et exercent sur les hommes qui les respirent une action délétère au plus haut degré; on leur donne le nom de *miasmes*.

La plupart des combustibles minéraux, et notamment les houilles, éprouvent également, quand

ils sont exposés à l'air, une altération qui n'a pas été étudiée par l'analyse chimique, mais qui est démontrée par les modifications de quelques-unes de leurs propriétés. Il est présumable qu'il se fait une sorte de combustion lente, dans laquelle il y a absorption de l'oxygène de l'air, et dont les produits principaux sont de l'eau et de l'acide carbonique. Il se forme probablement aussi, dans certains cas, des composés gazeux de carbone et d'hydrogène.

Les gaz sortant des fissures ou cavités du terrain, ou des pores de la roche qui constitue les parois des excavations, ou entailles, sont le plus ordinairement :

Le gaz acide carbonique ;

L'hydrogène proto-carboné, peut-être mélangé avec de l'hydrogène ;

Plus rarement, de l'hydrogène sulfuré.

Les gaz dus à la décomposition chimique de certaines substances, sont principalement ceux qui se forment par la déflagration de la poudre, employée dans les travaux des mines ; ceux-ci sont un mélange, en proportions vraisemblablement variées suivant le dosage de la poudre, et peut-être aussi suivant qu'elle est plus ou moins humide, et que la combustion est par conséquent plus ou moins vive, d'acide carbonique, d'azote, d'oxide de carbone, de vapeur d'eau, d'hydrogène carboné, et d'un peu d'hydrogène sulfuré. Les produits solides de la détonation, qui sont composés de poudre non brûlée, de sulfate de potasse et de sulfure de potassium, sont projetés, en particules très-ténues, dans l'atmosphère ambiante, qui en est obscurcie. Les fumées de la poudre, surtout de la poudre de

mine, ont une odeur désagréable, et irritent fortement les organes de la respiration, de sorte qu'il est indispensable de les expulser, par le renouvellement prompt de l'air, à l'endroit de la détonation.

Il paraît que la réaction de l'eau liquide, ou en vapeur, sur certaines substances, telles que les sulfures de fer en décomposition, donne lieu à une petite quantité d'hydrogène sulfuré.

La décomposition des carbonates de chaux, ou autres, par des eaux acides qui se rencontrent fréquemment dans les mines, peut produire de l'acide carbonique.

Dans les mines de houille en feu, il se dégage un mélange d'acide carbonique, d'oxide de carbone, d'acide sulfureux dû à la combustion du soufre des pyrites, que presque toutes les houilles renferment en quantité plus ou moins considérable, de gaz hydrogénés et carburés. Les gaz provenant de la combustion vive de la houille, dans les mines, ont en outre une odeur particulière et caractéristique, excessivement désagréable.

Dans les mines de mercure riches, l'atmosphère est chargée de vapeurs de mercure, qui ont, sur la santé des ouvriers, une action funeste, qu'on ne paraît pas être parvenu à neutraliser par l'activité de la ventilation.

Dans les mines qui renferment de l'arsenic natif ou combiné, on sent l'odeur particulière à l'arsenic; néanmoins les ouvriers n'y éprouvent aucune incommodité fâcheuse, lorsque l'aérage est suffisamment vif.

Ainsi, en résumé, les gaz que l'on rencontre

dans les mines, se réduisent à un assez petit nombre. Ce sont très-ordinairement :

L'acide carbonique ;

L'azote en excès sur les proportions de l'air atmosphérique ;

L'hydrogène proto-carboné pur, ou mélangé avec de l'hydrogène ;

Des miasmes.

Plus rarement, et en moins grande abondance :

L'hydrogène ;

L'hydrogène sulfuré ;

L'oxide de carbone ;

L'acide sulfureux ;

Des vapeurs mercurielles, ou arsenicales, dans les mines de mercure, ou d'arsenic.

Acide carbonique.

2. La pesanteur spécifique de ce gaz est de 1,524. Il est légèrement soluble dans l'eau, qui en absorbe un volume à peu près égal au sien, sous la pression atmosphérique. Sous une pression plus grande, l'eau en absorbe une quantité plus considérable, qui se dégage aussitôt que l'excès de pression est supprimé. L'agitation suffit pour expulser, presque complétement, l'acide carbonique.

Les alcalis caustiques, et les terres alcalines l'absorbent très-rapidement, et le retiennent avec force. Ainsi, pour en purger l'air, il suffit de le faire passer à travers un lait de chaux, ou une dissolution de soude, ou de potasse caustique.

Il est impropre à l'entretien de la combustion, et à la respiration.

L'air atmosphérique, mêlé à un dixième de son

volume de ce gaz, devient impropre à l'entretien de la combustion, et les lumières qu'on y plonge, s'éteignent immédiatement : elles brûlent déjà mal, dans un air, qui en contient de 5 à 8 p. o/o.

L'homme ne peut respirer, sans danger, de l'air qui contient au delà de 8 p. o/o d'acide carbonique. En moindre proportion, il exerce sans doute sur la santé une influence pernicieuse, mais il n'y a point danger d'asphyxie.

Ce gaz paraît agir sur les personnes, qui le respirent, à la manière des poisons. L'asphyxie a lieu dans un temps très-court, et n'est précédée que de quelques douleurs à la tête et aux yeux. Les hommes, asphyxiés par l'acide carbonique, sont rappelés à la vie lentement, et avec beaucoup de difficulté. Il faut même, pour que l'accident ne soit pas fatal, qu'ils ne soient restés que peu de temps, après l'asphyxie, dans l'air irrespirable; lorsqu'ils en reviennent, ils éprouvent, pendant quelques jours, des malaises particuliers, surtout des maux de tête violents.

Le gaz acide carbonique se forme, dans toutes les mines, par la respiration des ouvriers, la combustion des lumières, la déflagration de la poudre, la fermentation putride, ou la combustion lente de toutes les matières végétales ou animales, et probablement des combustibles minéraux.

Indépendamment de ces causes générales de production, il se dégage fréquemment, en grande abondance, des fissures ou cavités du terrain. La plupart des eaux minérales, et même des eaux de sources non réputées minérales, en contiennent, et le laissent dégager, lorsqu'elles

arrivent au jour, ou qu'elles traversent des cavités souterraines, communiquant avec le jour. Il arrive donc souvent, qu'on rencontre, dans le creusement des galeries souterraines, de véritables sources d'acide carbonique. Cela a lieu surtout, comme on devait s'y attendre, dans les localités, où il existe des sources d'eaux minérales gazeuses; par exemple, aux mines de Pont-Gibaud (Puy-de-Dôme), dans les environs de Rochebelle (Gard), dans la vallée du Brohl sur les bords du Rhin, etc.

Les excavations naturelles, ou artificielles, non fréquentées, qui ne communiquent avec le jour que par une seule ouverture, et dans lesquelles l'air n'est pas renouvelé, sont généralement, et peut-être, sans aucune exception, remplies d'un air contenant beaucoup d'acide carbonique. Celles qui ont plusieurs ouvertures, et où l'air se renouvelle, au moins en partie, en sont aussi très-fréquemment infestées, parce que le courant d'air peut être insuffisant, par suite des trop petites dimensions ou de la disposition des ouvertures, pour l'entraîner au dehors.

En conséquence, on ne doit pénétrer dans ces excavations, qu'après s'être assuré préalablement, que l'air qu'elles renferment est capable d'entretenir la combustion des lampes.

On doit également user de beaucoup de précautions, lorsqu'on entre dans les travaux abandonnés des mines, ou que l'on ouvre des communications avec ces vieux travaux.

Les causes générales, qui donnent lieu au développement de l'acide carbonique, suffisent pour expliquer sa présence dans toutes les excavations, où l'air ne se renouvelle pas. En vertu de sa

grande pesanteur spécifique, il tend à s'accumuler en plus grande quantité, dans les parties basses de ces excavations. Néanmoins, la propriété qu'ont tous les gaz de se mêler entr'eux, malgré les différences de pesanteur spécifique, lorsqu'ils sont contenus dans un même espace, ou dans des capacités qui communiquent entre elles, fait qu'il se répand partout, dans les lieux où il existe, bien qu'il demeure plus concentré dans les parties basses.

Quant aux excavations, dans lesquelles l'air se renouvelle, et aux galeries de mines en général; il y a formation permanente, en quantité plus ou moins considérable suivant les circonstances, de gaz acide carbonique, et il est nécessaire que la ventilation soit suffisante, pour l'entraîner incessamment au dehors, et maintenir la quantité qui se trouve mêlée à l'air, dans les parties de travaux les moins aérées, au-dessous de la limite où il nuirait à la santé des ouvriers.

Azote.

3. Son mélange avec l'oxygène, dans la proportion de 79 à 21 en volume, constitue l'air atmosphérique.

Nous avons donné plus haut sa pesanteur spécifique, qui est de 0,976.

Il est impropre à la respiration, et à l'entretien de la combustion; mais il n'exerce, par lui-même, aucune action nuisible sur l'économie animale. L'asphyxie, dans le gaz azote, n'a lieu que par suite de la privation d'oxygène.

L'air atmosphérique, appauvri d'oxygène jusqu'à un certain point, et par conséquent plus

chargé d'azote, peut être encore respiré sans aucun danger, et entretient la combustion.

Suivant le docteur Aloys Wehrle, une chandelle de suif continue à brûler tant que l'air, où elle est plongée, contient plus de 18 p. o/o d'oxygène, ou moins de 82 p. o/o d'azote. La lampe de mineur, ordinaire, brûle même dans un air qui ne contient que 16 p. o/o d'oxygène; et enfin, une lampe d'Argant, à double courant d'air, ne s'éteint que quand l'oxygène est au-dessous de 14 p. o/o du volume total. Suivant le même auteur, un air surchargé d'azote cesse d'être respirable, et détermine l'asphyxie, lorsqu'il ne contient que 15 p. o/o d'oxygène en volume. L'asphyxie est moins prompte, et a des suites moins dangereuses, que celle qui est produite par l'acide carbonique.

Dans toutes les excavations, où il se forme de l'acide carbonique aux dépens de l'oxygène de l'air, on doit trouver à la fois de l'acide carbonique, et un excès d'azote. C'est en effet ce mélange qui se rencontre dans les anciens travaux de mines, où l'acide carbonique se développe par la combustion lente de matières végétales ou animales, et dans les galeries de mines en exploitation, qui ne sont pas suffisamment aérées.

Hydrogène proto-carboné.

4. L'hydrogène proto-carboné est composé de deux volumes d'hydrogène, et d'un volume de vapeur de carbone, condensés en un seul, ou en poids de :

Hydrogène	14,98
Carbone.	85,02
Sa pesanteur spécifique est de.	0,555

Mêlé en proportion convenable à l'air atmosphérique, il prend feu à l'approche d'un corps en combustion, ou par l'étincelle électrique. Il brûle avec une flamme d'un bleu pâle, donnant fort peu de lumière; les produits de la combustion sont de l'eau, et de l'acide carbonique.

Quand le gaz hydrogène proto-carboné entre dans le mélange, pour une partie variable depuis $\frac{1}{30}$ jusqu'à $\frac{1}{15}$ du volume total, la flamme d'une chandelle, ou d'une lampe plongée dans ce mélange, s'allonge et s'élargit, d'autant plus que la proportion de gaz inflammable s'approche plus de la limite supérieure, $\frac{1}{15}$ du volume. La flamme de la mèche paraît environnée d'une auréole d'un bleu pâle, qui est surtout sensible vers la pointe. La combustion n'a lieu d'ailleurs qu'aux environs de la mèche en ignition, et ne s'étend point à la masse gazeuse ambiante.

Lorsque l'hydrogène proto-carboné entre pour $\frac{1}{14}$ dans le volume, l'inflammation se propage dans toute la masse gazeuse, mais sans forte détonation.

L'inflammation est d'autant plus rapide, que la proportion de gaz inflammable est plus grande, jusqu'à ce qu'il forme $\frac{1}{9}$ ou $\frac{1}{8}$ du volume total. Dans ces dernières proportions, le mélange est explosif au plus haut degré.

Si la proportion d'hydrogène proto-carboné augmente encore, le mélange devient de moins en moins explosif. Il ne s'enflamme plus, et la lampe s'éteint au contraire, dès qu'il renferme plus du tiers de son volume de gaz. Le contact du fer, ou d'un charbon rouges, ne suffit pas pour déterminer l'inflammation de l'hydrogène proto-carboné mêlé à l'air; il faut la présence d'un

corps en ignition. De l'azote ou du gaz acide carbonique ajoutés, même en assez faible proportion, à un mélange explosif d'air et d'hydrogène proto-carboné, affaiblissent, ou même préviennent la détonation. $\frac{1}{7}$ d'acide carbonique, ajouté au mélange le plus explosif, suffit pour la prévenir.

L'hydrogène proto-carboné, mêlé à l'air atmosphérique, peut-être respiré sans danger, toutes les fois qu'il ne constitue pas plus du tiers du volume total; passé ce terme, il y aurait asphyxie par insuffisance d'oxygène.

L'hydrogène proto-carboné n'est point soluble dans l'eau, n'est point absorbé par les alcalis, et n'est pas non plus décomposé par le chlore gazeux, si ce n'est sous la double influence de la lumière et de l'humidité, circonstances qui ne se trouvent pas réunies dans les mines.

Des boules composées d'argile et d'éponge de platine, mêlés ensemble dans des proportions convenables (une partie de platine et deux d'argile), jouissent de la propriété de déterminer la combinaison lente, sans flamme, de l'oxygène et de l'hydrogène. Il est vraisemblable que, convenablement préparées, les boules de platine détermineraient également la combustion, lente et sans flamme, de l'hydrogène proto-carboné mêlé à l'air atmosphérique. Le docteur Aloys Wehrle a proposé d'en faire usage pour détruire, sans danger, le gaz inflammable, dans les mines où il existe (*Die Gruben Wetter*, von doctor Aloys Wehrle.—Vienne, 1835, p. 66). Nous ne croyons pas à l'efficacité de ce moyen, et nous donnerons plus loin les motifs de notre opinion.

L'hydrogène proto-carboné est assez abondant dans la nature; il se dégage de la vase des marais,

et de toutes les eaux stagnantes, ou dont le cours est lent. Dans quelques localités, il s'écoule par les fissures naturelles du sol, et donne lieu aux feux naturels, qui existent dans plusieurs endroits. Les forages exécutés, pour l'exploitation par dissolution du sel gemme, ont amené quelquefois des jets naturels et abondants de ce gaz. Il paraît qu'on utilise, en Chine, la chaleur développée par la combustion de semblables jets, pour l'évaporation des eaux salées. On cite aussi quelques exemples de sa présence, dans des mines de sel gemme, exploitées par galeries souterraines. C'est principalement dans les mines de houille qu'il se développe; il est désigné par les mineurs sous le nom de *grisou*, ou d'air inflammable. Il s'échappe des cellules de la houille exploitée, avec un léger bruit, analogue à celui que produit l'eau échauffée, dans les instants qui précèdent l'ébullition tumultueuse; c'est le plus souvent dans les couches de houille grasse, qu'on le rencontre; néanmoins il y en a aussi quelquefois dans des mines de houille maigre, et il s'en faut de beaucoup que toutes les houilles grasses en laissent dégager. Il arrive fréquemment que, dans une même couche, certaines parties donnent du gaz inflammable, tandis que d'autres en sont exemptes; l'on a remarqué que ces parties étaient ordinairement séparées par une faille, ou un étranglement.

Dans les formations qui renferment des couches de houille à *grisou*, ce gaz s'écoule par les fissures des bancs de grès, ou de schistes, intermédiaires entre les couches. Tantôt il sort en jets, animés d'une vitesse plus ou moins grande, auxquels on donne le nom de soufflards, par des

fentes, que l'on rencontre dans les bancs de grès dur. D'autres fois, il s'échappe par les intervalles compris entre les feuillets multipliés d'un banc de schiste, avec le même bruit qui accompagne son dégagement des cellules même de la houille.

On a reconnu qu'il se dégage en général, en plus grande abondance, dans les endroits qui avoisinent les failles, amincissements et autres accidents, auxquels les couches de houille sont sujettes, et près desquels la nature de la houille est altérée. Il y a aussi, dans l'intérieur des couches, des cavités où ce gaz est renfermé sous des pressions très-considérables, et d'où il fait subitement irruption, lorsque la suite de l'exploitation a suffisamment affaibli l'une des parois. C'est surtout dans les mines de houille du nord de l'Angleterre, que l'on a bien constaté des accidents de ce genre, qui, trop souvent, ont été funestes aux ouvriers mineurs.

Le dégagement de l'hydrogène carboné peut avoir lieu sous des pressions considérables, en traversant, par exemple, des masses d'eau qui remplissent les galeries sur une hauteur verticale de 10 à 15 mètres. Ainsi, il ne faudrait pas croire que l'inondation des galeries d'une mine de houille à grisou, arrêtera nécessairement l'écoulement du gaz.

Les variations de la pression atmosphérique, qui s'exerce sur les fronts de tailles, ou sur les fissures de la roche, ont une influence marquée sur l'abondance du gaz inflammable, qui se dégage.

En vertu de sa moindre pesanteur spécifique, le gaz hydrogène proto-carboné tend à occuper

les parties les plus élevées des excavations, dans lesquelles il se trouve, et malgré la propriété de diffusion qui lui est commune avec tous les fluides aériformes, il est toujours plus concentré dans ces parties élevées, surtout lorsqu'elles sont en dehors du courant d'air qui circule dans les travaux. Par la même raison, il s'écoule avec facilité au dehors, par des puits verticaux, ou des galeries inclinées aboutissant au jour.

On le rencontre dans les vieux travaux, et les excavations non aérées, creusées dans les terrains où il existe des couches de houille, qui le produisent. Il y est fréquemment mêlé avec une quantité suffisante d'air atmosphérique, pour former un mélange explosif. Il est donc très-dangereux de pénétrer dans ces excavations, et on ne doit le faire qu'en usant des précautions convenables, qui seront indiquées plus loin.

Hydrogène.

5. Quelques personnes pensent que l'hydrogène proto-carboné des mines de houille peut être mêlé à de l'hydrogène pur. Néanmoins, le fait n'est rien moins que certain, et n'a été constaté par aucune analyse chimique. D'un autre côté, la décomposition des substances animales ou végétales, sous l'influence de l'humidité et de l'air atmosphérique, ne fournit point ce gaz; sa présence dans les mines est donc peu vraisemblable. Elle donnerait lieu à des dangers très-graves, parce qu'elle rendrait sans doute beaucoup plus inflammables, les mélanges d'air et d'hydrogène carboné qui en renfermeraient, même une très-petite quantité.

La pesanteur spécifique de l'hydrogène, est de. 0,0688

Hydrogène sulfuré.

6. Ce gaz est caractérisé par une odeur infecte d'œufs pourris.

Sa pesanteur spécifique est de. . . . 1,1912.
Il est soluble dans l'eau, qui en prend près de trois fois son volume.

Les solutions alcalines l'absorbent rapidement. Le chlore le décompose en s'emparant de l'hydrogène, et il se forme un dépôt de soufre.

Mêlé à l'air, il prend feu par l'approche d'un corps enflammé. Les produits de la combustion sont de l'eau, et de l'acide sulfureux.

Disséminé, même en très-petite quantité, dans un mélange gazeux, il noircit les oxides blancs de plomb et de bismuth, ce qui fournit un moyen facile de constater son existence. Il suffit d'exposer au mélange, dans lequel il peut être contenu, des bandes de papier que l'on a blanchies, en les plongeant dans une solution d'acétate de plomb, et que l'on a ensuite laissées sécher.

Il exerce sur l'économie animale une influence délétère au plus haut degré. Un oiseau périt, dans un air qui en contient $\frac{1}{1500}$ de son volume; $\frac{1}{800}$ suffit pour tuer un chien de moyenne taille, et un cheval finit par succomber dans un air qui en contient $\frac{1}{250}$.

Ce gaz se forme, toutes les fois que le soufre, très-divisé, est en contact avec l'hydrogène à l'état de gaz naissant. Ainsi il peut se former dans les mines, où il y a décomposition de pyrites de fer. On le trouve dans les vases des égouts, dans les fosses d'aisance. Il peut se développer, par la décomposition des matières animales. Enfin plusieurs sources minérales en contiennent, et par

conséquent il est possible qu'il arrive quelquefois, par les fissures de la roche.

Acide sulfureux et Oxide de carbone.

7. Ces gaz ne se forment guère qu'à la suite de la déflagration de la poudre de mine, ou de la combustion vive de la houille et des boisages, dans les mines de houille en feu.

Le premier se dégage naturellement dans le voisinage des volcans brûlants ; il serait donc possible qu'il infestât des galeries de mines, exploitées dans de semblables localités. Il est soluble dans l'eau, et absorbé rapidement par les dissolutions alcalines, comme tous les gaz acides. Il est caractérisé par une odeur très-âcre, connue de tout le monde. Sa pesanteur spécifique est de 2,1204.

Le second, au contact de l'air, prend feu à l'approche d'un corps en ignition, et brûle avec une flamme bleue, en se transformant en acide carbonique. Sa pesanteur spécifique est de 0,957.

Vapeurs mercurielles et arsenicales.

8. Les ouvriers occupés dans les mines de mercure riches, telles que celles d'Idria en Carniole, d'Almaden dans l'Estramadure, subissent l'action des vapeurs mercurielles, qui sont répandues, dans l'atmosphère des galeries souterraines. La présence de ces vapeurs est rendue manifeste, par l'action qu'elles exercent sur les feuilles d'or minces, qui blanchissent à l'air de la mine. Il paraît que la ventilation la plus active ne saurait assainir complétement ces mines. C'est pourquoi il convient que les ouvriers n'y soient point occupés toute l'année, et n'y travaillent que d'une manière intermittente.

L'odeur d'arsenic qui se développe, dans les mines, où l'on exploite des arséniures, et surtout de l'arsenic natif, ne paraît pas nuire à la santé des ouvriers, quand ces mines sont fortement aérées.

Miasmes.

9. Ce sont des émanations produites par les hommes et les animaux, en santé ou malades, principalement dans ce dernier état, et par toutes les substances végétales ou animales en décomposition (y compris peut-être beaucoup de combustibles minéraux). Insaisissables à l'analyse chimique, ils exhalent ordinairement une odeur infecte, et exercent sur l'économie animale une influence extrêmement pernicieuse. Le chlore gazeux neutralise les miasmes des hôpitaux : mais il est fort douteux que son action fût également efficace, dans des lieux infectés au plus haut degré, comme le sont certaines excavations souterraines.

Moyens simples de s'assurer si l'air des excavations est irrespirable, ou explosif.

10. Avant de pénétrer dans des excavations non fréquentées, qu'elles dépendent d'une mine ou que ce soient de simples excavations naturelles, des égouts, des fosses d'aisance, etc., il faut préalablement s'assurer, si elles contiennent de l'air respirable : dans certains cas, on doit aussi vérifier si cet air n'est point explosif.

1° Lorsqu'on est certain d'avance que l'air, qui remplit l'excavation, ne contient point de gaz inflammable, on y descendra d'abord une chandelle, ou une lampe allumée ; partout où celle-ci continuera de brûler, on sera sûr que l'air n'est

point chargé d'acide carbonique, ni d'un assez grand excès d'azote, pour qu'il soit irrespirable. S'il y a, dans cet air, de l'hydrogène sulfuré en quantité capable de nuire, ce gaz sera sensible à l'odorat, et mieux encore aux bandes de papier, blanchies par l'acétate de plomb. Des miasmes irrespirables, et susceptibles de déterminer une asphyxie rapide, seraient aussi caractérisés par une odeur infecte. En conséquence on pourra pénétrer, sans danger, dans une excavation non fréquentée, toutes les fois que l'air sera sans odeur désagréable, qu'il ne noircira pas l'acétate de plomb, et qu'une lampe ou une chandelle y brûleront sans difficulté.

Si les lumières s'éteignent, l'air contiendra de l'acide carbonique, ou un grand excès d'azote, et le plus ordinairement un mélange de ces deux gaz.

Si, en même temps, il y a mauvaise odeur, ou si le papier, blanchi par l'acétate de plomb, est noirci, il serait extrêmement dangereux de pénétrer dans l'excavation, avant d'avoir renouvelé l'air qu'elle renferme, ou sans se servir de l'un des appareils respiratoires, qui seront mentionnés plus loin.

2° Dans le cas, où l'on aurait des motifs de soupçonner la présence de l'hydrogène proto-carboné, il faudrait se servir, au lieu d'une chandelle, ou d'une lampe ordinaire à feu découvert, de la lampe de sûreté de Davy. (Nous renvoyons, pour la description de cette lampe, à l'instruction pratique publiée en 1824, par l'administration des mines.) Si l'air contient en effet du gaz inflammable, dans la proportion de $\frac{1}{30}$ à $\frac{1}{15}$, la flamme de la lampe augmentera en longueur, et en gros-

seur : en enfonçant la mèche dans le réservoir, de manière à diminuer beaucoup la hauteur de la flamme, on verra celle-ci environnée, vers la pointe, d'une flamme d'un bleu pâle.

Si le gaz inflammable entre dans la proportion d'un douzième, le cylindre en gaze métallique se remplira d'une flamme bleue, au milieu de laquelle, on distinguera encore la flamme de la mèche.

Si ce gaz entre, pour une proportion plus forte, dans le mélange, et forme jusqu'au cinquième, ou au sixième du volume total, le cylindre se remplit d'une flamme éclatante, au milieu de laquelle la flamme de la mèche disparaît, et le treillis rougit rapidement. Si le gaz forme le tiers du volume total, la lampe s'éteint. Partout où la lampe de sûreté continue à brûler, l'air est respirable, sans danger, à moins qu'il ne contienne des miasmes. Mais il est dangereux de séjourner dans des lieux, où le cylindre se remplit de flamme, parce que l'agitation fortuite de l'air qui entoure la lampe, par suite de la chute d'une pierre, d'un mouvement brusque de l'ouvrier, ou par toute autre cause, peut suffire pour faire passer la flamme à travers la gaze métallique. Il est donc prudent de se retirer lentement, en mettant la lampe sous son habit, ou dans un chapeau, afin de l'abriter des courants d'air. Là, où la lampe s'éteint, il peut y avoir danger d'asphyxie.

L'on doit présumer la présence du gaz inflammable, dans toutes les excavations non fréquentées, qui sont en communication, soit par des galeries, soit par les fissures du terrain, avec des couches de houille, qui le produisent, quand bien même ces communications seraient rem-

plies d'eau, parce que le dégagement peut avoir lieu, sous des pressions considérables. Il résulte de là que l'on doit regarder comme suspectes, toutes les excavations situées dans le voisinage des couches de houille à grisou, même lorsqu'il n'existe pas de galeries entre ces excavations et les couches, les fissures naturelles du terrain pouvant suffire pour y amener le gaz.

Lorsque l'air d'une excavation est impropre à l'entretien de la combustion, ou lorsqu'il contient une assez forte proportion de gaz inflammable, pour que le cylindre, en gaze métallique, de la lampe de sûreté se remplisse de flamme, il y a toujours danger imminent à y pénétrer, et à y séjourner quelque temps. L'emploi des agents chimiques, pour absorber, ou dénaturer les gaz nuisibles, est tout à fait insuffisant, soit parce que l'on ne peut établir un contact assez intime entre l'agent chimique employé et les gaz sur lesquels il doit agir, soit parce que les gaz nuisibles se reproduisent rapidement, par suite des mêmes causes, qui ont contribué à les former d'abord. Ainsi, par exemple, si l'on jette un lait de chaux, ou des dissolutions d'alcali caustique, dans des lieux infestés d'acide carbonique, ou d'un autre gaz acide, l'action de l'alcali est purement locale, et ne saurait purger l'air, dans toute l'étendue de l'excavation. Ce moyen est même inefficace, (nous en avons fait l'épreuve), pour des bouts de galeries fort étroites, qui reçoivent de l'acide carbonique, par les fissures du terrain.

Dans les mines infestées de grisou, il était assez ordinaire autrefois de mettre le feu au gaz, accumulé dans certaines parties de la mine, afin de s'en débarrasser. Cette méthode était dange-

reuse, pour les ouvriers chargés de mettre le feu, et pour les mines elles-mêmes, qui pouvaient être incendiées. Elle avait en outre l'inconvénient de remplacer le gaz inflammable brûlé, par de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau, en faisant disparaître deux volumes d'oxygène, pour un volume de gaz brûlé, de sorte qu'elle viciait l'air d'une autre manière. Elle est proscrite aujourd'hui, avec beaucoup de raison.

Enfin il serait de la dernière imprudence, de compter, pour neutraliser l'action délétère de l'hydrogène sulfuré et des miasmes, sur l'action du chlore gazeux, comme on l'emploie dans les salles d'hôpital, parce qu'il y a lieu de craindre que les miasmes et l'hydrogène sulfuré ne soient répandus ici en beaucoup plus grande quantité.

On ne peut assainir les mines et toutes les excavations souterraines, qu'en délayant les gaz nuisibles dans une masse d'air atmosphérique suffisante pour les rendre inoffensifs. Or, comme ces gaz se développent d'une manière continue, il est évident qu'on ne saurait atteindre le but, qu'en renouvelant aussi, d'une manière continue, l'air dans toutes les parties des excavations, c'est-à-dire en y déterminant un courant d'air incessant, venant du jour, et retournant dans l'atmosphère par une autre issue, qui entraîne au dehors les gaz qu'il aura rencontrés et délayés sur son passage. On dit d'une mine qu'elle est bien aérée, lorsqu'elle est assainie, par un semblable renouvellement d'air.

Pour que l'air soit salubre, et sans influence nuisible sur la santé des ouvriers, qui le respirent tous les jours, pendant huit, dix ou même douze heures, il ne suffit pas qu'il soit propre à l'entre-

tien de la combustion, et qu'il ne soit pas explosif; le danger peut exister, sans être imminent. C'est ainsi que, dans les mines mal aérées, les ouvriers sont attaqués, au bout de quelque temps, d'une maladie particulière, à laquelle on donne le nom d'anémie. La pâleur de la face, une débilité croissante en sont les symptômes. La guérison est longue, difficile, peut-être même devient incertaine, lorsqu'elle a fait des progrès considérables. On ignore si certains gaz, par exemple, des traces d'hydrogène sulfuré, des miasmes, ne sont pas les causes principales, qui la déterminent. Mais, en tout cas, l'activité de la ventilation est l'unique moyen de la faire disparaître des ateliers souterrains, où elle existe.

Il y a des circonstances, dans lesquelles il est urgent de pénétrer dans des excavations, remplies d'un air infect ou explosif, avant qu'on ait pu le renouveler; par exemple, lorsqu'il s'agit de retirer des hommes blessés ou asphyxiés, de sauver la mine d'un péril imminent, par l'exécution de certains travaux. Nous indiquerons, dans le dernier chapitre, les précautions à prendre et les appareils à employer, dans ces cas purement exceptionnels. Auparavant nous devons exposer les moyens d'assurer la salubrité constante de l'air des mines, par un renouvellement d'air suffisant, dans toutes leurs parties.

CHAPITRE [illegible].

PROPRIÉTÉS GÉNÉRALES DES FLUIDES AÉRIFORMES ET LOIS DU MOUVEMENT.

11. Les fluides aériformes exercent sur les parois des vases, qui les contiennent, et sur la surface

de tous les corps plongés dans leur intérieur, une pression, que l'on mesure au moyen du baromètre à mercure. Cet instrument fait connaître la hauteur verticale de la colonne de mercure, qui peut être soutenue par cette pression.

Par exemple, si la hauteur du mercure, dans le baromètre, est de 75 centimètres, la température du mercure étant de 0 degré centigrade, on saura que la pression du fluide aériforme, qui est en contact avec la surface libre du mercure, soutient une colonne de mercure de 75 centimètres de hauteur. Or, le poids du mètre cube de mercure, à la température de 0 degré, est de 13.598 kilogrammes. Un prisme de mercure, qui aurait pour base un mètre carré, et 75 centimètres de hauteur, pèserait en conséquence $13.598 \times 0,75 = 10.198^{\text{kilog.}},50$. Ainsi, l'indication barométrique nous montre, dans ce cas, que la pression que le fluide exerce, sur une surface d'un mètre carré, est de $10.198^{\text{kilog.}},50$.

On appelle *tension* ou *pression* d'un fluide aériforme la pression, exprimée en unités de poids, que ce fluide exerce sur l'unité superficielle. L'exemple précédent montre comment on conclut la pression, ainsi définie, de l'observation barométrique.

Le poids spécifique, ou le poids du mètre cube de mercure varie avec la température. Ainsi, pour déduire d'une observation barométrique la valeur exacte de la pression, il faut tenir compte de la température du mercure, qui est ordinairement donnée par un thermomètre, fixé sur la même monture que le tube barométrique. Les physiciens ayant constaté, que le mercure se

dilate, pour une élévation de température d'un degré centigrade, de $\frac{1}{5550}$ de son volume à 0 degré, il s'ensuit qu'à une température de t degrés, le poids du mètre cube de mercure est moindre qu'à 0°., dans le rapport de 1 à $1+\frac{t}{5550}$. Ce poids est donc exprimé en kilogrammes par :

$$\frac{13598}{1+\frac{t}{5550}}=\frac{13598\times5550}{5550+t}.$$

Lorsque l'on veut déterminer la pression d'un fluide, contenu dans un réservoir, on emploie ordinairement un manomètre. Cet instrument consiste en un tube recourbé à trois branches (*Pl. III*, *fig.* 1), ouvert à ses deux extrémités. Dans le coude inférieur *c* du syphon formé par les deux branches *mc*, *nc*, on place un liquide, du mercure, de l'eau ou de l'alcool. L'extrémité de la branche *mp* du tube est insérée dans le vase, par une ouverture ménagée dans la paroi AB, de sorte que le liquide remplissant le coude *c* est pressé, sur sa surface *a*, par le fluide contenu dans le vase, et sur sa surface *b*, par l'atmosphère. La différence des hauteurs verticales du liquide manométrique, dans les deux branches *mc* et *nc*, mesurera la différence des pressions du fluide contenu dans le réservoir, et de l'atmosphère; comme d'ailleurs la pression atmosphérique pourra être mesurée par le baromètre, on connaîtra aussi la pression absolue du fluide dans le réservoir.

Si le liquide manométrique est du mercure, et si h exprime, en mètres, la différence de niveau dans les deux branches *mc* et *nc*, t étant la

température du mercure en degrés centigrades, $h \times \frac{13598 \times 5550}{5550 + t}$ sera l'excès de la pression du fluide du réservoir sur l'air atmosphérique, ou de la pression atmosphérique sur celle du fluide, suivant que le mercure se tiendra plus élevé dans la branche ouverte à l'air libre *nc*, ou dans l'autre.

On emploie souvent l'eau, ou l'alcool, comme liquides manométriques, au lieu du mercure, afin que les différences de pression soient rendues plus sensibles ; il est alors nécessaire, pour la précision des observations, de faire usage d'eau distillée, ou d'alcool absolu, pour que la pesanteur spécifique du liquide manométrique soit exactement connue. Il y a même toujours une légère incertitude, qui tient à ce que la loi de la dilatation de ces liquides n'est pas régulière et connue, comme celle du mercure, de sorte que la correction de température ne peut être faite avec autant d'exactitude.

Si le liquide manométrique est de l'eau distillée, on devra prendre 1000 kilogrammes pour le poids du mètre cube d'eau, à la température de 4 degrés centigrades, correspondante au maximum de densité de l'eau; *h* désignant la différence des niveaux du liquide manométrique, à cette température, la différence correspondante des pressions serait exprimée par : $h \times 1000$ kilogrammes.

Si la température de l'eau distillée était de 10 degrés centigrades, le poids du mètre cube serait seulement de $999^{\text{kilog.}},89$; à la température de 20 degrés centigrades, le poids du mètre cube

serait de 998$^{\text{kilog.}}$,56; à la température de 30 degrés, le poids du mètre cube serait de 996$^{\text{kilog.}}$,10.

Les observations manométriques ordinaires, ayant lieu dans les limites des températures précédentes, on pourra calculer, par interpolation, le poids spécifique de l'eau correspondant à la température observée, en admettant que l'eau se dilate uniformément, de 4 degrés à 10, de 10 à 20 et de 20 à 30. Ainsi, par exemple, on calculera le poids spécifique de l'eau, à 17 degrés, en retranchant du nombre 999$^{\text{kilog.}}$,89, qui exprime le poids spécifique à 10 degrés, les $\frac{7}{10}$ de la différence entre ce dernier nombre, et 998$^{\text{kilog.}}$,56, qui est le poids spécifique de l'eau à 20 degrés; on trouvera ainsi, pour le poids spécifique cherché, 998$^{\text{kilog.}}$,96.

Si l'on emploie comme liquide manométrique de l'alcool rectifié, le poids du mètre cube de ce liquide, à la température de 17 ou 20 degrés centigrades, est de 792 kilogrammes, et l'on peut admettre que sa dilatation est de $\frac{1}{900}$ de son volume, pour chaque degré du thermomètre centigrade. D'après cela, le poids spécifique de l'alcool, à une température de t degrés, sera égal à :

$$\frac{792}{1+\frac{t-20}{900}}=\frac{712800}{880+t}\text{ kilogr.}$$

12. Le poids spécifique des liquides dépend uniquement de leur température; celui des fluides aériformes dépend à la fois de la température, et de la pression.

Lorsque la température d'un fluide aériforme demeure invariable, son poids spécifique varie proportionnellement à la pression, quelle que soit la température constante. Cette loi s'appelle

loi de Mariotte, du nom du physicien, qui l'a démontrée par l'expérience.

D'un autre côté, M. Gay-Lussac a fait voir, que, sous une pression constante, tous les fluides aériformes se dilatent uniformément avec la température, et que l'augmentation de volume est, pour chaque degré du thermomètre centigrade à mercure, égale aux 0,00375 du volume à 0 degré.

La loi de Mariotte et la loi de dilatation de M. Gay-Lussac suffisent pour déterminer le poids spécifique d'un gaz, sous une pression, et à une température données quelconques, lorsque l'on connaît le poids spécifique du même gaz, sous une certaine pression, et à la température de 0 degré. L'on sait que le poids du mètre cube d'air atmosphérique sec, à la température de 0 degré, et sous une pression, mesurée par une colonne de mercure de $0^{m},76$ de hauteur, est égal à $1^{kilog.},2987$. Si l'on appelle q le poids du mètre cube d'air, à la température de t degrés, et sous une pression mesurée par une colonne de mercure d'une hauteur h, à 0 degré, on aura :

$$q = \frac{1,2987 \times \frac{h}{0,76}}{1 + 0,00375\,t} = \frac{1,7088 \times h}{1 + 0,00375\,t} \text{ kilog.}$$

Pour un autre gaz que l'air, on obtiendra le poids spécifique à la température t, et sous une pression h en colonne de mercure, à 0 degré, en multipliant l'expression précédente de q, par le nombre qui exprime la pesanteur spécifique du gaz, celle de l'air étant prise pour unité. Nous avons donné ces nombres, pour les différents gaz, que l'on rencontre dans les mines, dans le premier chapitre. Par exemple, le poids du

mètre cube d'hydrogène proto-carboné sera exprimé par :

$$0{,}555 \times \frac{1{,}7088 \times h}{1+0{,}00375\,t}.$$

13. Lorsque plusieurs liquides, de densités différentes, sont contenus dans un même vase, on sait qu'en général ils ne se mêlent point, mais se superposent par ordre de densités, de façon que le plus dense occupe la partie inférieure, et que les surfaces de séparation des différents liquides sont des plans horizontaux, ou plutôt des surfaces normales à la direction de la pesanteur. C'est ainsi que si l'on met, dans un même vase, du mercure, de l'eau et de l'huile, le mercure occupera le fond du vase, l'huile la partie supérieure, et l'eau la partie intermédiaire. Cependant beaucoup de liquides, de densités diverses, se mêlent uniformément, de manière à ne former qu'une masse homogène, sans qu'il y ait combinaison chimique, puisque le mélange uniforme a lieu, quelles que soient les proportions respectives des liquides. Tels sont l'eau et l'alcool, et beaucoup d'autres.

Lorsque plusieurs fluides aériformes, de densités différentes, sont contenus dans un même vase, ou même dans des vases qui communiquent par de simples ouvertures très-étroites, ces gaz, dans les premiers instants, tendent à se disposer par ordre de densité; mais au bout d'un temps plus ou moins long, ils forment, sans aucune exception, un mélange parfaitement uniforme. Ainsi, si l'on remplit un vase à long col, de gaz acide carbonique, et un autre de gaz hydrogène, que l'on renverse le second sur le premier, les

gaz ne conserveront pas leur position, mais ils se seront mélangés uniformément, au bout d'un certain temps, malgré leur grande différence de densité; ainsi, la vapeur d'eau et l'air atmosphérique forment un mélange parfaitement uniforme, lorsque ces deux fluides existent ensemble, dans un espace libre ou fermé.

Le poids spécifique d'un mélange gazeux est facile à déterminer, quand on connaît les poids spécifiques de chacun des gaz isolés, et les proportions en volume, pour lesquelles ils entrent dans le mélange. Supposons, par exemple, que dans un mélange d'air atmosphérique, d'azote et de gaz acide carbonique, les proportions en volume soient les suivantes :

$\frac{70}{100}$ d'air atmosphérique,

$\frac{20}{100}$ d'azote,

$\frac{10}{100}$ de gaz acide carbonique.

Soient, en même temps, h la pression en colonne de mercure réduite à o degré, et t la température du mélange. Dans ces circonstances, le poids spécifique de l'air seul serait égal à :

$$\frac{1,7088 \times h}{1+0,00375t},$$

le poids spécifique de l'azote, à :

$$0,976 \times \frac{1,7088 \times h}{1+0,00375t},$$

le poids spécifique de l'acide carbonique, à :

$$1,524 \times \frac{1,7088 h}{1+0,00375t}.$$

Puisque les gaz, en se mêlant, n'ont éprouvé aucune condensation ou dilatation, le poids spécifique du mélange s'obtiendra, en ajoutant ensemble les poids spécifiques de chacun des gaz, respectivement multipliés par les fractions, qui expriment leurs proportions relatives. Ce poids sera donc égal à :

$$\left(\frac{70}{100}+0,976\times\frac{20}{100}+1,524\times\frac{10}{100}\right)\frac{1,7088h}{1+0,00375t}.$$

Un mélange semblable, sous le rapport des propriétés *physiques*, se comporte tout à fait comme un gaz unique, de même poids spécifique.

Imaginons que le mélange gazeux précédent étant contenu dans un espace fermé, on vienne à soustraire l'azote et le gaz acide carbonique, et qu'on ne laisse que l'air atmosphérique, qui occupera, à lui seul, la totalité de l'espace. Il est évident que, par suite de la soustraction de l'azote et de l'acide carbonique, qui formaient ensemble les $\frac{30}{100}$ du volume total, l'air atmosphérique aura diminué de densité dans le rapport de 100 à 70. Sa pression aura donc dû diminuer dans le même rapport, et par conséquent sera devenue égale à : $\frac{70}{100}h.$

De même, si on eût soustrait l'air atmosphérique et l'acide carbonique, l'azote remplissant à lui seul la totalité de l'espace, aurait diminué de densité dans le rapport de 100 à 20, et par conséquent sa pression serait devenue égale à : $\frac{20}{100}h;$

enfin, si, par la soustraction de l'air et de l'azote, on eût laissé le gaz acide carbo-

mique s'étendre seul dans l'espace total, la pression de ce gaz fut devenue égale à : $\frac{10}{100}h$.

Or, la somme des pressions précédentes de l'air, de l'azote, et de l'acide carbonique, supposés exister isolément dans l'espace, est égale, comme on voit, à la pression totale h du mélange, d'où l'on tire la conclusion suivante : lorsque plusieurs gaz occupant des volumes égaux, sous des pressions diverses, sont réunis dans un espace, égal au volume de chacun d'eux pris isolément, la pression du mélange est égale à la somme des pressions des gaz mélangés; ou en d'autres termes, dans un mélange de gaz, les rapports de pressions, de chacun des gaz supposé remplir, à lui seul, l'espace total occupé par le mélange, sont les mêmes, que les rapports des volumes des gaz mélangés, mesurés sous une même pression.

14. La quantité pondérale de vapeur d'eau, qui peut exister dans un espace limité, vide, ou occupé par de l'air ou tout autre gaz, ne peut dépasser une certaine limite, qui dépend uniquement de la température, et que l'on a déterminée par l'expérience. Lorsque cette limite est atteinte, on dit que l'espace est saturé de vapeur, à la température existante. On a déterminé par l'expérience la pression de la vapeur d'eau, saturant un espace, c'est-à-dire à son *maximum* de densité, pour les diverses températures. Si l'on appelle t la température, y la pression, en centimètres de mercure, de la vapeur saturant l'espace à cette température, les résultats des expériences sont représentés, à un assez grand degré d'approximation, par la formule empirique suivante, due à Tredgold.

$$(1) \quad \log. y = 6 \times \log. (t + 75) - 13,57652, \qquad (a)$$

Il est facile maintenant de calculer le poids spécifique de l'air, et de tout autre gaz saturé de vapeur, lorsqu'on connaît la pression et la température. En effet, la vapeur et le gaz se mêlant uniformément, leurs pressions s'ajoutent, comme il a été expliqué dans le paragraphe précédent. Si donc h exprime la pression du gaz saturé de vapeur, en centimètres de mercure, et t la température, on commencera d'abord par calculer au moyen de la formule (a), ou mieux encore de celle de M. Biot, la pression de la vapeur d'eau prise isolément. Si h' désigne la valeur de y fournie par l'équation (a), dans laquelle on aura remplacé par t la valeur donnée, $h - h'$ sera la pression du gaz seul, mélangé à la vapeur. Les proportions, en volumes, de ce gaz et de la vapeur, dans le mélange, seront donc respectivement : $\frac{h - h'}{h}$ et $\frac{h'}{h}$. Ces pro-

---

(1) M. Biot, dans la Connaissance des temps pour 1839, a donné la formule suivante, qui fournit, avec une exactitude égale à celle des observations mêmes, les pressions de la vapeur, au maximum de densité, correspondantes aux diverses températures, depuis 20° au-dessous de zéro, jusqu'à 220° au-dessus : $\log. p = a + a_1 \alpha_1^{20+t} - a_2 \alpha_2^{20+t}$. Dans cette formule t exprime la température en degrés du thermomètre à air, et p la pression en millimètres de mercure à 0° ; a, a_1, a_2, α_1, α_2 sont des coefficients numériques, dont les valeurs sont données comme il suit :

$$a = 5,96131330259$$

$$\log. a_1 = \bar{1},82340688193 \qquad \log. a_2 = 0.74110951837$$

$$\log. \alpha_1 = -0.01309734295 \qquad \log. \alpha_2 = -0.00212510583$$

De 0 à 100°, l'on pourra prendre pour t, la température donnée par le thermomètre à mercure, qui, entre ces limites, ne diffère pas de celle qui serait accusée par le thermomètre à air.

portions étant connues, si on appelle π la pesanteur spécifique du gaz, celle de l'air étant prise pour unité, le poids spécifique du gaz saturé de vapeur sera conformément au § 18.

$$\left[\frac{h'}{h}\times 0,624+\frac{h-h'}{h}\times \pi\right]\frac{1,7088\,h}{1+0,00375\,t}.$$

Lois générales du mouvement des fluides aériformes.

15. Un fluide aériforme, contenu dans un vase C (*Pl. III*, *fig.* 2), s'écoulera par un orifice a, pratiqué dans la paroi de ce vase, toutes les fois que la pression du fluide, dans le vase, sera plus grande que celle de l'air ambiant. L'air ambiant pénétrerait au contraire dans le vase, par l'orifice a, si la pression extérieure l'emportait sur la pression du gaz, enfermé dans le vase C.

La vitesse avec laquelle le fluide sort, dans le premier cas, par l'orifice a, dépend du poids spécifique du fluide, et de l'excès de la pression intérieure sur la pression extérieure, qui doit être mesurée par un manomètre, adapté à la paroi du vase C, à une assez grande distance de l'orifice, et dans le plan horizontal passant par le centre de cet orifice. Si l'on désigne par h la hauteur du liquide manométrique, qui mesure cet excès de pression, par π le poids spécifique du liquide, par q le poids spécifique du fluide aériforme, sous la pression qui a lieu extérieurement, par V la vitesse d'écoulement, par g le double de l'espace que parcourt un corps grave tombant librement dans la première seconde de sa chute, les principes de la mécanique donnent pour la valeur de la vitesse :

$$V = \sqrt{2g \frac{\pi}{q} \times h}; \quad (1)$$

les poids spécifiques π et q dépendent, le premier de la nature et de la température du liquide manométrique, le second de la nature, de la température du fluide contenu dans la capacité C, et de la pression extérieure : l'un et l'autre pourront être calculés, lorsque l'on aura mesuré la pression de l'air extérieur, au moyen du baromètre, et la température du fluide contenu dans le vase, ainsi que du liquide manométrique, au moyen du thermomètre à mercure. §§ 11 et 12.

Quant au nombre g, on peut prendre pour sa valeur, sur tous les points de la France, le nombre $9^m,8088$, qui convient à la latitude et à la hauteur de l'Observatoire de Paris. Les calculs étant effectués autant que possible, la formule précédente devient, moyennant cette valeur du nombre g :

$$V = 4.429 \sqrt{\frac{\pi}{q} h}. \quad (a)$$

La vitesse V est ainsi exprimée en mètres par seconde, et elle se rapporte au fluide, réduit à la pression extérieure.

Si l'on désigne par A l'aire de l'orifice d'écoulement, exprimée en mètres carrés, par Q le volume d'air écoulé dans une seconde, exprimé en mètres cubes, et réduit à la pression extérieure,

---

(1) Cette expression, sans être rigoureusement exacte, est suffisamment approchée, toutes les fois que la différence des pressions intérieure et extérieure est une petite fraction de l'une d'elles.

la valeur de Q doit être évidemment égale au produit de l'aire A par la vitesse V, et l'on a :

$$Q = 4.429\,A\sqrt{\frac{\pi}{q}h}. \qquad (b)$$

On appelle *dépense* du vase, le volume Q de fluide qui s'écoule dans l'unité de temps.

Les formules (*a*) et (*b*) supposent que les pressions intérieure et extérieure, ainsi que la température du fluide contenu dans le vase, demeurent invariables pendant toute la durée de l'écoulement. Il faut pour cela que le vase C ne se vide pas, mais que l'air, qui en sort, soit à chaque instant remplacé, par un volume d'air égal, de même nature, ou que le vase C puisse être regardé comme ayant une capacité infinie. La comparaison de la formule (*b*), avec les résultats de l'expérience, a fait voir que la valeur de Q était toujours plus grande, que la dépense réelle donnée par l'expérience, et que cette dernière était égale à la première, multipliée par un coefficient constant égal à :

0,65, lorsque l'écoulement avait lieu par un orifice pratiqué dans une paroi mince et plane ;

0,93, lorsque l'écoulement avait lieu par un tuyau court, cylindrique ou légèrement conique, adapté à l'orifice, et auquel on donne le nom d'ajutage.

D'après cela, la formule qui donne le volume écoulé, dans une seconde, est, pour les orifices en mince paroi

$$Q = 2.879\,A\sqrt{\frac{\pi}{q}h};$$

pour les orifices munis d'un ajutage cylindrique ou conique :

$$Q=4.119\,A\sqrt{\frac{\pi}{q}h}.$$

Le nombre $\frac{\pi}{q}h$ exprime la hauteur d'une colonne verticale, du fluide contenu dans le vase C, réduit à la pression extérieure, qui exercerait sur sa base inférieure, en vertu de son poids, une pression égale à celle d'une colonne du liquide manométrique de hauteur h, le fluide composant la colonne verticale étant regardé comme incompressible. La formule (a) montre donc que la vitesse d'écoulement est égale à celle, qu'aurait acquise un corps grave, en tombant d'une hauteur égale à $\frac{\pi}{q}h$. C'est pourquoi nous appellerons cette hauteur, la hauteur génératrice de la vitesse d'écoulement, ou plus brièvement, la hauteur *motrice*.

L'expérience ayant montré que la dépense réelle est inférieure à la dépense théorique, il est naturel d'admettre, que la vitesse réelle et la vitesse théorique sont entre elles dans le même rapport, que les dépenses observée et calculée, et que, par conséquent, le passage du fluide du vase C par l'orifice libre, ou garni d'un ajutage, donne lieu à des résistances particulières, qui ont pour résultat d'annihiler l'effet d'une partie de la hauteur motrice. En définitive, si V désigne la vitesse réelle, avec laquelle le fluide traverse le plan de l'orifice libre, ou la dernière section de l'ajutage dont il est garni, et μ le coefficient, déduit de l'observation, par lequel il faut multiplier la dépense

théorique pour obtenir la dépense réelle, la hauteur motrice nécessaire pour engendrer la vitesse V ne sera pas seulement égale à $\frac{V^2}{2g}$, comme si les résistances, dont nous venons de parler, étaient nulles, mais bien à $\frac{V^2}{2\mu^2 g}$, de sorte qu'on obtiendra la vitesse réelle, en égalant la hauteur motrice à $\frac{V^2}{2\mu^2 g}$. L'équation :

$$\frac{V^2}{2\mu^2 g} = \frac{\pi}{q} h$$

fournit en effet pour V la valeur

$$V = \mu \sqrt{2g \frac{\pi}{q} h},$$

qui coïncide avec celle déduite de l'observation de la dépense, quand le coefficient μ est remplacé par la valeur convenable au genre d'orifice.

16. Si le fluide contenu dans le vase C doit parcourir, avant d'arriver à l'orifice d'écoulement, un long tuyau prismatique ou cylindrique, dont l'axe soit contenu dans un plan horizontal, le mouvement du fluide, dans ce tuyau, fait naître des résistances, qui absorbent une partie de l'effet de la hauteur motrice, et la vitesse d'écoulement se trouve diminuée. D'après les expériences de M. d'Aubuisson, et de quelques autres physiciens, il paraît que la résistance au mouvement d'une tranche de fluide, normale à l'axe du tuyau, est proportionnelle à l'étendue superficielle par laquelle cette tranche est contiguë aux parois du tuyau, à la densité, et au carré de la vitesse de la tranche.

En partant de ces données, l'analyse démontre que, si on désigne :

Par L la longueur du tuyau parcouru par le fluide;

Par V la vitesse supposée uniforme, avec laquelle il se meut dans le tuyau;

Par A l'aire d'une section normale à l'axe du tuyau;

Par P le périmètre de cette aire;

Par β un coefficient numérique, que l'expérience doit déterminer, la portion de hauteur motrice détruite par la résistance du tuyau, au mouvement de l'air qui le parcourt, est exprimée par:

$$\frac{\beta}{g}\frac{P}{A}LV^2.$$

Les expériences faites par M. d'Aubuisson sur des tuyaux en fer-blanc, dont il a fait varier le diamètre et la longueur, lui ont donné pour la valeur de β un nombre qui s'éloigne peu de 0,003, de sorte que l'on pourra adopter cette valeur dans les applications. On suppose d'ailleurs ce coefficient, indépendant de la nature des parois de la conduite. Cela est en effet ainsi pour les liquides; mais on n'a pas d'expériences concluantes à ce sujet, pour les fluides aériformes.

Si le fluide passe d'un tuyau A dans un tuyau B plus étroit (*Pl. III, fig.* 3), il augmente de vitesse en entrant dans ce dernier. Soit V la vitesse du liquide dans le tuyau A, V′ celle qu'il prend dans le tuyau B. Ces vitesses seront à très-peu près entre elles dans le rapport inverse des aires des sections transversales des tuyaux A et B, si la circulation ou l'écoulement du fluide a lieu depuis un certain temps, et sous une hauteur motrice constante. L'on démontre que l'excès de la pression du fluide à l'extrémité du tuyau A,

sur la pression qui a lieu à l'origine du tuyau B, doit répondre à une hauteur motrice égale à $\frac{V'^2-V^2}{2g}$, en admettant que le passage, du tuyau A dans le tuyau B, ne donne lieu à aucune résistance. Mais il est certain qu'il y a, dans ce passage, une résistance analogue, à celle qui se développe, à l'entrée du fluide d'un réservoir dans un orifice libre, ou muni d'un ajutage; il est naturel d'admettre que la résistance est ici de même nature que dans le cas d'un ajutage cylindrique, et qu'en conséquence la hauteur motrice, correspondante à l'excès de pression, n'est pas seulement égale à $\frac{V'^2-V^2}{2g}$, mais bien à $\frac{V'^2-V^2}{2\mu^2 g}$, μ étant le coefficient de réduction de la dépense, pour un ajutage cylindrique, dont la valeur numérique est, ainsi qu'il a été dit, égale à 0,93.

Si le fluide qui circule dans le tuyau A (*Pl. III, fig.* 4) est obligé de traverser un orifice rétréci, pratiqué dans une cloison ou diaphragme D, la vitesse augmentera au passage de l'orifice, et cette augmentation de vitesse absorbera une partie de la hauteur motrice, qui se détermine de la même manière que précédemment. V désignant la vitesse du fluide dans le tuyau, et V′ la vitesse qu'il prend en traversant l'orifice, cette partie de la hauteur motrice sera égale à $\frac{V'^2-V^2}{2\mu^2 g}$, expression dans laquelle μ est le coefficient de réduction de la dépense, qui convient à la forme de l'ouverture rétrécie. On prendra μ égal à 0,65, ou à 0,93, suivant que cette ouverture se rapprochera plus d'un orifice en mince paroi, ou d'un ajutage cylindrique ou conique.

Il est facile, en partant des principes exposés ci-dessus, de calculer la dépense et la vitesse d'un fluide aériforme, qui s'écoule d'un vase, où la pression est entretenue constante, ainsi que la température, en passant par une suite de tuyaux de diverses sections, qui peuvent présenter des rétrécissements, ou étranglements.

Soit, par exemple, une suite de tuyaux A,B,E (*fig.* 4), disposés dans un plan horizontal, mis au bout les uns des autres, et par lesquels un fluide aériforme s'écoule du vase C, où la pression est entretenue constante. Je suppose qu'un diaphragme D, percé d'une petite ouverture, existe dans le tuyau A, et que la conduite se termine par une buse conique F. On demande quelles seront la vitesse d'écoulement du fluide, par l'orifice de la buse F, et la dépense.

J'appelle h la hauteur du liquide manométrique, qui mesure l'excès de la pression du fluide, contenu dans le vase C, sur l'air extérieur. (Le manomètre doit être inséré dans la paroi du vase, dans le plan horizontal contenant l'axe de la conduite, et assez loin de l'embouchure du tuyau A, pour que le fluide soit sensiblement en repos, au point d'insertion du manomètre).

π le poids du mètre cube du liquide manométrique.

q le poids du mètre cube du fluide, contenu dans le vase, ce fluide étant supposé ramené à la pression existante dans l'air extérieur, devant l'orifice d'écoulement de la buse F.

A l'aire de la section du tuyau A par un plan normal à son axe.

P le périmètre de cette section.

L la longueur de ce tuyau.

A', P', L' l'aire de la section, le périmètre et la longueur du second tuyau B.

A'', P'', L'' les quantités analogues, relatives au troisième tuyau.

a l'aire de l'orifice d'écoulement, qui termine la buse F.

$a_{\prime}$ l'aire de l'orifice rétréci, pratiqué dans le diaphragme D.

V la vitesse inconnue de l'air sortant par l'orifice a, sous la pression de l'air extérieur.

Q la dépense d'air sous cette dernière pression.

β le coefficient numérique du frottement de l'air, dans les tuyaux.

μ le coefficient de réduction de la dépense théorique, pour un ajutage cylindrique ou conique.

μ' le coefficient de réduction de la dépense théorique, pour le passage rétréci du diaphragme D.

La hauteur motrice sera $\frac{\pi h}{q}$. Cette hauteur motrice se décompose, ainsi qu'il suit :

La vitesse d'écoulement par l'orifice a étant égale à V, la vitesse du fluide dans le tuyau A sera à peu près égale à V, multipliée par le rapport inverse des aires A et a, ou $V \times \frac{a}{A}$; le fluide passe donc du vase C dans le tuyau A, avec une vitesse égale à $V\frac{a}{A}$, ce qui absorbe une partie de la hauteur motrice, exprimée par $\frac{V^2\frac{a^2}{A^2}}{2\mu^2 g} = \frac{V^2 a^2}{2\mu^2 g A^2}$. (1)

La circulation de l'air dans le tuyau A, avec

une vitesse égale à $\frac{Va}{A}$, absorbe une partie de la hauteur motrice égale à :

$$\frac{6}{g}\frac{P}{A}L\frac{V^2a^2}{A^2}. \qquad (2)$$

L'air, en traversant l'ouverture ménagée dans le diaphragme D, prend une vitesse plus grande que celle qu'il possédait, dans le tuyau A. L'aire de l'ouverture rétrécie étant a_1, la vitesse dans cette ouverture est à la vitesse V, dans le rapport inverse des aires a_1 et a, si on néglige les variations de densité du fluide, dans le parcours de la conduite. La vitesse que l'air prend, dans le passage, est donc égale à $\frac{Va}{a_1}$; dans le tuyau cette vitesse est seulement $\frac{Va}{A}$, l'accroissement de vitesse qui a lieu, au passage de l'ouverture, consomme donc une partie de la hauteur motrice, égale à :

$$\frac{\frac{V^2a^2}{a_1^2}-\frac{V^2a^2}{A^2}}{2\mu'^2g}=\frac{V^2a^2}{2\mu'^2g}\left(\frac{1}{a_1^2}-\frac{1}{A^2}\right). \qquad (3)$$

Après avoir traversé le diaphragme, l'air reprend, dans le tuyau A, la vitesse $\frac{Va}{A}$. A l'entrée du tuyau B, la vitesse devient sensiblement égale à $\frac{Va}{A'}$. Cet accroissement de vitesse consomme une partie de la hauteur motrice, égale à :

$$\frac{\frac{V^2a^2}{A'^2}-\frac{V^2a^2}{A^2}}{2\mu^2g}=\frac{V^2a^2}{2\mu^2g}\left(\frac{1}{A'^2}-\frac{1}{A^2}\right). \qquad (4)$$

Les résistances, dans le parcours du tuyau B, con-

somment une partie de la hauteur motrice égale à :

$$\frac{6}{g}\,\frac{P'}{A'}\,L'\,\frac{V^2a^2}{A'^2}. \qquad (5)$$

A l'entrée du tuyau E, la vitesse devient égale à $\frac{Va}{A''}$, et l'accroissement de vitesse consomme une partie de la hauteur motrice, égale à :

$$\frac{\frac{V^2a^2}{A''^2}-\frac{V^2a^2}{A'^2}}{2\mu^2g}=\frac{V^2a^2}{2\mu^2g}\left(\frac{1}{A''^2}-\frac{1}{A'^2}\right). \qquad (6)$$

Les résistances, dans le parcours du tuyau E, consomment une partie de la hauteur motrice égale à :

$$\frac{6}{g}\,\frac{P''}{A''}\,L''\,\frac{V^2a^2}{A''^2}. \qquad (7)$$

Enfin, en sortant par l'orifice de la buse conique F, l'air prend la vitesse finale V ; il possédait antérieurement, dans le tuyau E, la vitesse $\frac{Va}{A''}$. L'accroissement de vitesse consomme donc une partie de la hauteur motrice, égale à :

$$\frac{V^2-\frac{V^2a^2}{A''^2}}{2\mu^2g}=\frac{V^2a^2}{2\mu^2g}\left(\frac{1}{a^2}-\frac{1}{A''^2}\right). \qquad (8)$$

La somme des quantités (1),(2),(3),(4),(5),(6),(7) et (8) doit faire la hauteur motrice totale. Nous avons donc pour déterminer la vitesse V, l'équation :

$$\frac{\pi}{q}\,h = \text{la somme ci-dessus.}$$

Observant que la dépense de fluide, mesurée sous la pression extérieure, est égale au produit Va de l'orifice a par la vitesse V, on a : $aV = Q$; et par conséquent de l'équation précédente, on

tire les valeurs suivantes de V et de Q :

$$V=\frac{1}{a}\sqrt{\frac{2g\frac{\pi}{q}h}{D}}\qquad Q=\sqrt{\frac{2g\frac{\pi}{q}h}{D}},$$

dans lesquelles on a remplacé par la lettre D le dénominateur de la fraction sous le signe $\sqrt{\ }$, dont la valeur est :

$$D=2\theta\frac{P}{A}\frac{L}{A^2}+2\theta\frac{P'}{A'}\frac{L'}{A'^2}+2\theta\frac{P''}{A''}\frac{L''}{A''^2}+\frac{1}{\mu^2A^2}$$
$$+\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a_1^2}-\frac{1}{A^2}\right)+\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{A'^2}-\frac{1}{A^2}\right)$$
$$+\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{A''^2}-\frac{1}{A'^2}\right)+\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2}-\frac{1}{A''^2}\right).$$

Ces valeurs ne sont point rigoureusement exactes; elles conviendraient à un fluide incompressible, dont le poids spécifique serait égal à q, et qui s'écoulerait par la conduite adaptée au vase C, sous la hauteur motrice mesurée par la colonne de liquide manométrique. Néanmoins on peut en faire usage sans grande erreur, tant que les variations de pression, et par conséquent de densité du fluide aériforme, dans tout le parcours de la conduite, sont comprises entre des limites très-resserrées ; or c'est précisément ce qui a lieu dans les applications pratiques, où l'excès de pression, mesuré par la hauteur du liquide manométrique, est une petite fraction de la pression extérieure.

Quand on veut avoir égard à la compressibilité du fluide, il n'est plus possible de résoudre algébriquement les équations, dans lesquelles est engagée l'inconnue V. (Nous renvoyons, pour la question générale, aux deux mémoires sur le

mouvement des fluides élastiques, publiés dans les *Annales des mines*, 3e série, tom. XII, pag. 373.)

Bien que les valeurs de V et de Q soient très-longues et paraissent compliquées, elles sont très-simples au fond; le numérateur de l'expression sous le signe $\sqrt{}$ n'est en effet autre chose, que la hauteur motrice, multipliée par $2g$; et le dénominateur se compose de la somme de plusieurs termes, qui sont de deux espèces. Les premiers proviennent des résistances, ou frottements, que l'air éprouve dans le parcours des tuyaux sucessifs, ou il circule. Chacun d'eux est égal au coefficient numérique 26 ou 0,006, multiplié par une expression de la forme $\frac{P}{A}\,\frac{L}{A^2}$. Il y a autant de termes semblables, qu'il entre de tuyaux, de sections différentes, dans la conduite. Les seconds se rapportent aux accroissements de vitesse, que l'air prend aux passages d'un tuyau dans un autre plus étroit, ou dans des ouvertures rétrécies. Chacun d'eux est égal à $\frac{1}{\mu^2}$ multiplié par la différence $\frac{1}{A'^2}-\frac{1}{A^2}$. μ désigne un coefficient numérique, égal à 0,65 ou 0,93, suivant que le passage rétréci est analogue à un orifice en mince paroi, ou à un ajutage cylindrique ou conique. Dans l'expression $\frac{1}{A'^2}-\frac{1}{A^2}$, le premier terme est l'unité, divisée par le carré de l'aire de la section du tuyau, dans lequel l'air entre, et le second est l'unité, divisée par le carré de l'aire de la section du tuyau, d'où l'air sort. Dans cette dernière classe de termes, figure celui

qui se rapporte à l'entrée de l'air, du vase C dans le premier tuyau, dont la section transversale est égale à A. Ici le facteur qui multiplie $\frac{1}{\mu^2}$ se réduit à $\frac{1}{A^2}$, parce que la section du vase C peut être regardée comme infinie, par rapport à celle du tuyau, ce qui rend le second terme de ce facteur nul. On remarquera que ce dénominateur se compose uniquement de termes positifs, par ce que, dans les binomes de la forme $\frac{1}{A'^2} - \frac{1}{A^2}$; l'aire A' est supposée plus petite que l'aire A du tuyau précédent. Le passage de l'air, d'un tuyau plus étroit dans un tuyau plus large, n'introduirait aucun terme au dénominateur.

On voit que l'on peut diminuer, autant que l'on veut, la vitesse d'écoulement, et la dépense Q de fluide, en forçant l'air à passer par une ouverture rétrécie, ménagée dans un diaphragme, interposé dans une partie quelconque de la conduite, que parcourt le fluide; car cette circonstance introduit au dénominateur, un terme $\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right)$, dans lequel a désigne l'aire de l'ouverture ménagée dans le diaphragme, et qui croît de plus en plus, à mesure que l'aire a de l'ouverture est plus petite.

17. Nous avons admis que le fluide en mouvement parcourt une conduite, dont l'axe est contenu dans un plan horizontal, de sorte que l'action de la pesanteur n'a aucune influence sur la vitesse et sur la dépense. Si cette con-

dition n'est point satisfaite, et si l'orifice d'écoulement est à un niveau plus élevé, ou plus bas, que l'embouchure de la conduite dans le vase C, ou que le point d'insertion du manomètre, l'action de la pesanteur influera sur le mouvement du fluide.

D'abord, il est essentiel de se souvenir que le terme $\frac{\pi h}{q}$, exprime la hauteur d'une colonne verticale de fluide, supposé incompressible, dont le poids spécifique est q, et qui exerce sur sa base, une pression égale à l'excès de la pression du fluide, dans le vase C, sur la pression qui a lieu, extérieurement, sur l'orifice d'écoulement. Or, la différence de hauteur du liquide, dans les deux branches du manomètre, donne seulement l'excès de la pression du fluide, contenu dans le vase, sur la pression de la couche atmosphérique, située au même niveau, dans laquelle est ouverte la branche *nc* du manomètre (*fig.* 1). Si l'orifice de la conduite est à un niveau plus élevé, ou plus bas, la pression sur cet orifice sera différente de celle, qui a lieu dans la couche atmosphérique, où le manomètre est ouvert, et la simple indication du manomètre ne fournira plus les éléments nécessaires, pour calculer la hauteur motrice. Il faudra dans ce cas déterminer à l'aide du baromètre, 1° la pression qui a lieu dans la couche atmosphérique où le manomètre est ouvert, et où la conduite s'adapte au vase C; 2° la pression qui a lieu dans la couche atmosphérique, où est situé l'orifice d'écoulement.

De la première observation, et de la différence de hauteur du liquide dans les deux branches du manomètre, il sera aisé de conclure la pression

du fluide, contenu dans le vase C. On en retranchera la pression observée à la hauteur de l'orifice d'écoulement; et cette différence, divisée par le poids q du mètre cube de fluide, ramené à cette dernière pression, sera l'expression de la hauteur motrice, due à la pression du fluide, contenu dans le vase C. Ce ne sera pas encore là la hauteur motrice totale, parce que la gravité agira sur le fluide, circulant dans la conduite inclinée. Il faut augmenter ou diminuer la hauteur motrice, due à la pression du fluide, de la distance verticale entre le point où la conduite est insérée sur le vase C, et l'orifice d'écoulement, suivant que ce dernier est à un niveau plus bas, ou à un niveau plus élevé que le point d'insertion, de sorte qu'il est encore nécessaire de déterminer par un nivellement cette distance verticale.

L'exemple suivant éclaircira ce qui précède.

Supposons qu'à un vase ou gazomètre, rempli d'hydrogène proto-carboné, soit adapté un tuyau de conduite cylindrique, de 300 mètres de longueur, de $0^m,30$ de diamètre intérieur, terminé par une buse conique, de $0^m,10$ de diamètre; que la distance verticale, entre le point d'insertion de la conduite sur le gazomètre et l'orifice, soit de 50 mètres en contre-bas, c'est-à-dire que la conduite descende de 50 mètres, depuis le point, où elle est adaptée au gazomètre.

Le calcul de la vitesse et de la dépense exigera les observations suivantes :

1° Un manomètre sera inséré sur la paroi du gazomètre, en un point situé dans le même plan horizontal que le point d'insertion de la conduite. La différence de hauteur du liquide, dans les deux branches, sera observée. Supposons que le

liquide manométrique soit du mercure, et soit cette différence de 0m,01 de mercure, réduit à la température de 0 degré;

2° On déterminera la température du fluide, contenu dans le gazomètre, en degrés centigrades. elle sera ordinairement celle de l'air ambiant. Je la suppose de 15 degrés;

3° On mesurera, à l'aide du baromètre, la pression atmosphérique, à la hauteur du point d'insertion de la conduite. Je suppose qu'elle soit mesurée par une colonne de mercure, réduite à la température de 0 degré, de 0m,74 de hauteur;

4° Enfin on mesurera aussi, à l'aide du baromètre, la pression atmosphérique, au niveau et tout près de l'orifice d'écoulement. Celle-ci sera nécessairement plus grande que la première; la différence dépendra de la constitution de l'atmosphère, entre les deux extrémités de la conduite. Je suppose qu'elle soit mesurée par une colonne de mercure, réduite à 0 degré, de 0m,7444.

De ces observations, on conclura d'abord la hauteur motrice, ainsi qu'il suit:

Il est évident que la pression de l'hydrogène proto-carboné, dans le gazomètre, est mesurée par une colonne de mercure, de 0m,74 +0m,01, ou 0m,75.

La pression sur l'orifice d'écoulement est de 0m,7444. L'excès de pression est donc mesuré par une colonne de mercure de 0,75 — 0,7444, ou 0m,0056 de hauteur. On aura la hauteur motrice, due à cet excès de pression, en multipliant ce nombre, par le rapport du poids spécifique du mercure au poids spécifique de l'hydrogène protocarboné, à la température de 15 degrés, et sous

la pression de $0^m,7444$ de mercure, qui a lieu dans le plan de l'orifice d'écoulement. Le poids du mètre cube de mercure, à 0 degré, est 13.598 kilog.; le poids du mètre cube d'hydrogène proto-carboné, à 15 degrés, et sous la pression de $0^m,7444$ de mercure, est égal à :

$$0,555 \times \frac{1,7088 \times 0,7444}{1+0,00375 \times 15} = 0^k,6684.$$

Le rapport des poids spécifiques est donc égal à $\frac{13598}{0,6684}$, qui, multiplié par $0^m,0056$, donne, pour la hauteur motrice cherchée, $113^m,93$; à quoi il faut ajouter 50 mètres, pour avoir la hauteur motrice totale, qui est ainsi égale à $163^m,93$.

Quant au dénominateur de l'expression sous le signe $\sqrt{\quad}$, dans les valeurs de la vitesse et de la dépense, il se composera ici de trois termes, savoir :

1° Le terme provenant des frottements ou résistances de la conduite, dont l'expression générale est :

$$2\mathfrak{b} \frac{P}{A} \frac{L}{A^2},$$

dans lequel on fera $2\mathfrak{b} = 0,006$.

$$L = 300^m.$$

$A =$ la surface d'un cercle de $0^m,30$ de diamètre $= 0,7854 \times 0,09 = 0^{m.\,car.},070686$.

$\frac{P}{A}$ est le rapport de la circonférence à l'aire du cercle de $0^m,30$ de diamètre, rapport qui est égal à

$$\frac{\pi \times 0.30}{\frac{\pi \times (0.30)^2}{4}} = \frac{4}{0.30} = 13.3333.$$

Tout calcul fait, on a :

$$26 \frac{P}{A} \frac{L}{A^2} = 4803.$$

2° Le terme relatif à la vitesse, que le gaz prend, en passant du gazomètre dans le tuyau de $0^m,30$, dont l'expression générale est $\frac{1}{\mu^2 A^2}$, dans lequel il faut prendre $\mu = 0,93$, et A égal à l'aire de la section transversale du tuyau, que nous avons trouvée ci-dessus égale à $0^{m.car.},070686$; on a donc :

$$\frac{1}{\mu^2 A^2} = 231,4.$$

3° Le terme relatif à l'accroissement de vitesse, que le gaz prend, en passant de la conduite dans l'orifice d'écoulement, et dont l'expression générale est $\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right)$. Ici, il faut encore prendre $\mu = 0,93$; d'ailleurs, $A = 0^{m.car.},070686$, et $a =$ l'aire du cercle de $0^m,10$ de diamètre, ou $0,7854 \times 0,01 = 0^{m.car.},007854$. On a en conséquence :

$$\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}\right) = 18512,6.$$

Le dénominateur est donc égal à :

$$4803 + 231,4 + 18512,6 = 23547.$$

L'on a donc les valeurs suivantes de V et de Q :

$$Q = \sqrt{\frac{2g \times 113,93}{23547}} = 4,429 \sqrt{\frac{113.93}{23547}} = 0^{m.cub.},3087,$$

$$V = \frac{Q}{a} = \frac{0^m,3087}{0.007854} = 39^m,31.$$

Si la conduite, au lieu d'être inclinée vers le bas, était ascendante, de telle sorte que l'orifice d'écoulement se trouvât, à un niveau plus élevé

de 50 mètres, que le point d'insertion sur le gazomètre C, tout étant d'ailleurs comme dans l'exemple précédent, il est clair que le dénominateur de l'expression sous le signe $\sqrt{\ }$, dans les valeurs de V et de Q, serait encore le même; mais la hauteur motrice serait différente. D'abord la pression extérieure, au niveau de l'orifice d'écoulement, serait moindre que celle qui a lieu dans la couche atmosphérique, où se trouve le point d'insertion de la conduite dans le gazomètre, et que nous supposons toujours mesurée par une colonne de mercure de $0^m,74$. On sait que la pression atmosphérique décroît à peu près en progression géométrique, pour des hauteurs croissantes en progression arithmétique. Ainsi, si elle est de $0^m,7444$ de mercure, à 50 mètres au-dessous du point d'insertion de la conduite dans le réservoir de gaz, à 50 mètres au-dessus du même point, elle différera peu du quatrième terme de la proportion :

$$0^m,7444 : 0^m,74 :: 0^m,74 : x^m.$$

D'où : $x = 0^m,7356$.

Supposons que ce soit là la pression réellement observée. L'excès de pression du gaz contenu dans le réservoir, sur la pression extérieure à l'orifice, sera mesuré par une colonne de mercure, dont la hauteur sera :

$$0^m,75 - 0^m,7356 = 0^m,0144.$$

D'ailleurs, le poids du mètre cube de gaz hydrogène proto-carboné, à la température de 15 degrés, et sous la pression de $0^m,7356$ de mercure, est égal à :

$$0,555 \times \frac{1,7088 \times 0,7356}{1+0,00375 \times 15} = 0^k,6605.$$

Le rapport du poids spécifique du mercure, au poids spécifique du gaz ci-dessus calculé, est $\frac{13598}{0,6603}$, lequel étant multiplié par le nombre $0^m,0144$, hauteur de la colonne de mercure, qui mesure l'excès de pression du gaz, contenu dans le réservoir, donne pour la hauteur motrice, due à cet excès de pression, $296^m,45$.

Ce nombre doit être diminué de 50 mètres, pour avoir la hauteur motrice définitive, parce que le gaz s'élève dans la conduite, en sens inverse de l'action de la pesanteur. La hauteur motrice est donc définitivement égale à $246^m,45$; et les valeurs de Q et V, correspondantes à notre seconde hypothèse, sont :

$$Q = 4,429\sqrt{\frac{246,45}{23547}} = 0^{m.cub.},454,$$

$$V = \frac{Q}{\omega} = \frac{0,454}{0.007854} = 57^m,80,$$

la vitesse d'écoulement et la dépense sont donc beaucoup plus considérables dans ce cas, que dans celui que nous avons examiné d'abord, bien que la pression intérieure du gaz, et les dimensions de la conduite soient les mêmes. Cela tient à ce que l'hydrogène proto-carboné a une densité beaucoup moindre, que celle de l'air atmosphérique. Nous aurions trouvé des résultats en sens inverse, si nous eussions supposé que le gazomètre renfermait un gaz plus dense que l'air atmosphérique, de l'acide carbonique par exemple.

Ceci fait voir qu'on ne peut se dispenser de tenir compte de l'action de la gravité, dans le calcul du mouvement des fluides dans les tuyaux de conduite, lorsque le fluide en mouvement a

une pesanteur spécifique différente de celle de l'air. Dans les villes éclairées au gaz, l'influence de l'inclinaison des conduites est extrêmement sensible, bien que le gaz de l'éclairage s'éloigne moins que l'hydrogène proto-carboné, de la densité de l'air.

18. Il est encore un dernier élément, qui modifie les lois du mouvement des fluides aériformes, auquel il est nécessaire d'avoir égard. C'est la variation de température, que le fluide peut éprouver, dans le trajet qu'il parcourt. Très-fréquemment cette variation est l'unique cause du mouvement; elle influe à la fois sur la hauteur motrice et sur les résistances, c'est-à-dire sur le numérateur et le dénominateur des valeurs de V et de Q. Voici comment se composent, dans le cas le plus général, les deux termes de ces fractions. (*Voyez*, pour la démonstration, le mémoire déjà cité, *Annales des mines*, 3ᵉ série, t. XII, p. 373.)

Soit une conduite ABCDEFGH (*Pl. III*, *fig.* 5) sinueuse, et dont l'axe n'est point contenu dans un plan vertical. Elle est insérée en A dans un réservoir R, où la pression et la température demeurent invariables, et d'où le fluide s'écoule, pour se répandre en H dans l'atmosphère. Plusieurs diaphragmes d, d', d'', présentant des ouvertures rétrécies, existent dans cette conduite, et l'on suppose que la température du fluide varie dans le parcours.

J'appelle T_o la température du fluide, dans le réservoir R, et à l'origine de la conduite.

T_1 la température finale qu'il possède, en sortant par l'orifice d'écoulement H.

t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6 les températures respectives,

que possède le fluide, arrivé aux points successifs B, C, D, E, F, G, où la conduite se plie dans le sens vertical.

Soient en même temps h_1, h_2, h_3, h_4 les hauteurs verticales respectives, des portions de conduite AB, CD, EF, GH, que je suppose réunies par des parties horizontales BC, DE, FG.

J'appelle h'_0 la hauteur de la colonne de mercure, réduite à 0 degrés centigrades, qui mesure la pression totale du fluide dans le réservoir R, au niveau de l'origine de la conduite A.

h'_1 la hauteur de la colonne de mercure, qui mesure la pression atmosphérique en H, sur l'orifice d'écoulement.

Cela posé, la hauteur motrice, c'est-à-dire le nombre qui, multiplié par $2g$, forme le numérateur de l'expression sous le signe $\sqrt{}$, se calculera de la manière suivante :

On déterminera le poids du mètre cube, du fluide qui circule dans la conduite, sous la pression d'une colonne de mercure de hauteur h'_1, et à la température T_1. Ce sont la pression et la température qui ont lieu, dans le fluide sortant par l'orifice H. On divisera le nombre 13.598, poids spécifique du mercure, par le poids spécifique du fluide ainsi déterminé, et on multipliera le quotient, par la différence $h'_0 - h'_1$ des colonnes de mercure, qui mesurent les pressions du fluide en A et en H. Le produit exprimera cette partie de la hauteur motrice, qui est due à l'excès de pression du fluide, contenu dans le vase R.

Chacune des parties inclinées AB, CD, EF, GH de la conduite, donnera un terme de la hauteur motrice, lequel sera positif, pour les portions de conduite, où l'air circule de haut en bas, et

négatif pour celles, où le fluide circule, en montant. On obtiendra la valeur numérique de chaque terme, en multipliant la hauteur verticale de la portion de conduite, à laquelle il est relatif, par le rapport $\frac{1+0,00375T_1}{1+0,00375\,\theta}$, dans lequel θ est la température moyenne du fluide, dans cette portion de la conduite. Ainsi, la partie AB, où l'air circule en descendant, fournira le terme additif :

$$+h_1 \times \frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,\frac{T_2+t_1}{2}};$$

la partie CD, où le fluide circule en montant, fournira le terme soustractif :

$$-h_2 \times \frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,\frac{t_2+t_3}{2}};$$

la partie EF, le terme additif :

$$+h_3 \times \frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,\frac{t_4+t_5}{2}};$$

enfin, la partie GH, le terme soustractif :

$$-h_4 \times \frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,\frac{t_6+T_1}{2}}.$$

Chacun de ces termes est la hauteur verticale d'une partie de conduite, augmentée ou diminuée, comme elle le serait, si le fluide qui y circule, passait de la température moyenne qu'il possède, à la température finale T_1 du fluide sortant, par l'orifice d'écoulement.

La hauteur motrice se composera donc des termes suivants :

$$\frac{13598}{q_1}(h'_0-h'_1)+h_1\times\frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,\frac{T_0+t_1}{2}}$$

$$-h_2\times\frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,\frac{t_2+t_3}{2}}+h_3\times\frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,\frac{t_4+t_5}{2}}$$

$$-h_4\times\frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+{,}00375\,\frac{t_6+T_1}{2}}$$

q_1 désigne le poids du mètre cube de fluide, sortant par l'orifice H, sous la pression h'_1, et à la température T_1.

Ceci suppose que la température du fluide varie par degrés insensibles, et d'une manière à peu près uniforme, dans chacune des parties inclinées de la conduite.

Quant au dénominateur de l'expression sous le signe $\sqrt{\quad}$, il se compose toujours de termes du même genre, et de même forme que ceux dont il est formé, lorsque la température est constante. Mais ces termes doivent être modifiés ainsi qu'il suit :

1° Ceux qui se rapportent aux résistances que l'air éprouve, en parcourant une partie de la conduite telle que AB, sont composés de deux parties. L'une est égale au terme que l'on aurait si la température était constante, et qui est de la forme $2\beta\frac{P}{A}\frac{L}{A}$, multiplié par le rapport

$$\frac{1+0{,}00375\theta}{1+0{,}00375T_1},$$

dans lequel θ est encore la température moyenne,

dans la partie de la conduite que l'on considère. L'autre partie de ce terme est :

$$\frac{4,6}{A^2} \cdot \log. \frac{1+0,00375\, t_m}{1+0,00375\, t_{m-1}},$$

multiplié par le même rapport $\frac{1+0,00375\theta}{1+0,00375T_1}$, dans laquelle t_m est la température à l'extrémité, et t_{m-1} la température à l'origine, de la portion de conduite considérée. A est l'aire de la section transversale de la conduite. Le logarithme est pris dans les tables ordinaires. Ainsi, la portion AB de la conduite fournira au dénominateur le double terme :

$$\left(2\epsilon \frac{P}{A}\frac{L_1}{A^2} + \frac{4,6}{A^2} \log. \frac{1+0,00375\, t_1}{1+0,00375\, T_0}\right) \frac{1+0,00375\, \frac{T_0+t_1}{2}}{1+0,00375\, T_1}.$$

La seconde partie de ce terme est positive ou négative, comme on voit, suivant que t_1 est plus grand ou plus petit que T_0, c'est-à-dire suivant que la température du fluide va en augmentant ou en diminuant. Au surplus, lorsque les températures t_1 et T_0 ne sont pas très-différentes, il est visible que le logarithme du rapport $\frac{1+0,00375\, t_1}{1+0,00375\, T_0}$ ne diffère que très-peu de o, et si en même temps le produit $\frac{\epsilon PL}{A}$ a une valeur un peu grande, comme cela arrive ordinairement, cette seconde partie peut être négligée par rapport à la première.

2° Ceux des termes du dénominateur, qui sont relatifs à l'accroissement de vitesse, que prend le fluide en traversant un passage rétréci, ou en passant d'une conduite dans une autre plus étroite, sont les mêmes, que dans le cas de la température uniforme, multipliés par le rap-

port $\frac{1+0,00375\,\theta}{1+0,00375\,T_1}$, dans lequel θ exprime la température que possède le fluide, au passage dans lequel sa vitesse augmente. Ainsi, l'entrée du fluide dans la conduite, en A, produira le terme :

$$\frac{1}{\mu^2 A^2} \times \frac{1+0,00375\,T_0}{1+0,00375\,T_1},$$

dans lequel on prendra $\mu = 0,93$, et A égal à l'aire de l'embouchure de la conduite, au point où elle s'adapte au réservoir.

Le passage de l'air, à travers l'ouverture du diaphragme d, produira le terme :

$$\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A'^2}\right) \times \frac{1+0,00375\,t}{1+0,00375\,T_1},$$

où t est la température du fluide, au passage de cet orifice, a l'aire du passage rétréci, A' l'aire de la section transversale de la conduite qui précède, μ un coefficient égal à 0,93 ou 0,65, suivant que l'ouverture rétrécie est évasée, ou analogue à un orifice en mince paroi.

On a ainsi, dans le cas le plus général, en ayant égard aux variations de température, et à l'action de la gravité :

$$Q = 4,429 \sqrt{\frac{\frac{13598}{q_1}(h'_0 - h'_1) + z \pm H \times \frac{1+0,00375\,T_0}{1+0,00375\,\frac{t'+t''}{2}}}{D}}$$

formule, dans laquelle le dénominateur D est :

$$D = \Sigma\left(26\,\frac{P}{A}\,\frac{L_1}{A^2} + \frac{4,6}{A^2}\log.\frac{1+0,00375\,t''}{1+0,00375\,t'}\right)\frac{1+0,00375\,\frac{t'+t''}{2}}{1+0,00375\,T_1}$$

$$+ \Sigma\,\frac{1}{\mu^2}\left(\frac{1}{A''^2} - \frac{1}{A'^2}\right) \times \frac{1+0,00375\,\theta}{1+0,00375\,T_1}.$$

Dans ces formules, le signe Σ indique qu'une somme de termes, tous semblables à celui qui est écrit à sa suite, entrent dans l'équation. Les détails précédemment donnés ne laissent aucune difficulté, ni sur la signification des lettres, ni sur la formation des termes successifs, dans chaque cas particulier. La dépense Q est donnée à la température T_1, et sous la pression qui a lieu sur l'orifice d'écoulement. On obtiendra donc la vitesse V, en divisant la dépense par la surface de l'orifice.

Ces valeurs de V et de Q ne sont pas rigoureusement exactes; mais elles sont suffisamment approchées, pour les applications pratiques, et mettent bien en évidence les circonstances dépendantes, soit de la forme et des dimensions de la conduite, soit des variations de température, qui tendent à augmenter la dépense et la vitesse du fluide sortant, ou à la diminuer; elles constituent, par conséquent, la base de la théorie de l'aérage des mines. Les valeurs rigoureuses, qu'il est impossible d'obtenir sous forme algébrique, ne seraient pas beaucoup plus utiles, que les valeurs approchées, attendu qu'il sera toujours impossible d'avoir, dans une conduite aussi irrégulière que le sont les galeries des mines, les éléments numériques exacts à substituer dans la formule, pour les applications particulières. La seule chose importante est donc de connaître les causes qui peuvent produire le renouvellement de l'air, et la part relative pour laquelle chacune d'elles concourt au résultat général.

Si la température du fluide variait rapidement et beaucoup, dans le parcours d'une petite éten-

due de la conduite, qui appartiendrait à une portion horizontale ou verticale, comme cela a lieu dans le cas où le fluide est échauffé, en passant sur un foyer allumé, ou en léchant des surfaces métalliques rouges, il faudrait considérer cette partie de la conduite comme un tuyau à part, et former séparément les termes du numérateur et du dénominateur, qui s'y rapportent.

19. Les formules générales que nous venons de développer, dans les deux cas de la température constante et de la température variable, peuvent s'appliquer à une portion de conduite, dans laquelle circule le fluide, comme à la conduite entière. Par exemple, si dans la conduite (*fig.* 5) on connaît la pression, qui a lieu dans le fluide en mouvement, dans une section transversale K, normale à l'axe, en même temps que la pression sur l'orifice d'écoulement, ainsi que les autres données relatives, soit à la forme de la conduite, soit aux températures du fluide aux points principaux, on pourra déterminer la dépense Q et la vitesse V, tout comme si l'on connaissait la pression du fluide dans le réservoir R. La hauteur motrice qui, multipliée par $2g$, formerait le numérateur de l'expression sous le radical, se composerait alors du terme $\frac{13598}{q_1}(h'_0-h'_1)$, dans lequel h'_0 et h'_1 seraient les pressions respectives dans la section K, et à l'orifice d'écoulement, exprimées en colonnes de mercure réduites à 0 degré, et où q_1 aurait la même signification que dans le cas précédemment discuté, et des autres termes, qui, dans la formule générale, sont relatifs aux portions de la conduite, qui suivent la section K.

Quant au dénominateur, il se composerait de tous les termes qui, dans la formule générale, se rapportent aux parties de la conduite, qui suivent la section K, c'est-à-dire dans lesquelles le fluide circule, après qu'il a franchi cette section.

Les équations, qui donnent les valeurs de V et de Q, peuvent servir à déterminer la pression qui a lieu, soit à l'origine de la conduite, soit en un point quelconque de celle-ci, lorsqu'on connaît la dépense réelle Q, la pression sur l'orifice d'écoulement, et les autres quantités qui entrent dans les formules.

20. Il résulte des principes exposés précédemment, que si la conduite sinueuse ABCDEFGH (*fig.* 5) débouche par ses deux extrémités dans l'atmosphère, l'air qui la remplira, ne sera généralement en équilibre, que lorsqu'il sera partout à la même température que dans l'atmosphère : en effet, pour l'équilibre, il faut que la hauteur motrice dont nous avons donné l'expression § 18, soit nulle. Or, si l'on prolonge, par la pensée, le plan horizontal passant par l'ouverture A, qui se trouve à un niveau plus élevé que H, jusqu'au-dessus de celle-ci, on sait que la pression atmosphérique sera la même, dans toute l'étendue de la couche de niveau, contiguë à ce plan. Soit z la différence de niveau HI des deux ouvertures. Il est permis de supposer que la branche GH de la conduite se prolonge jusqu'à ce plan, vers I, pourvu que l'on ajoute que la partie de conduite, comprise entre H et I, et dont la hauteur verticale est z, a une section extrêmement grande, de sorte que, dans le mouvement, l'air n'y prend qu'une vitesse insensible. Alors les pressions sur les deux ori-

fices de la conduite, contenus dans la même couche de niveau AI, seront les mêmes, et par conséquent, le premier terme $\frac{13598}{q_1}(h'_0 - h'_1)$, de la hauteur motrice deviendra nul. Quant aux autres termes qui sont, les uns positifs, et les autres négatifs, leur somme sera nulle aussi, si la température est partout uniforme, puisqu'elle se réduira alors simplement à $h_1 - h_2 + h_3 - h_4 - z$.

Mais si l'air se trouve, dans les portions verticales ou inclinées AB, CD, EF, GH, à des températures différentes de la température atmosphérique, que je représenterai toujours par T_0, les différents termes h_1, h_2, h_3, h_4 et z, devront être multipliés, par des coefficients numériques différents, et leur somme ne sera plus nulle, que dans quelques cas particuliers. L'air, contenu dans la conduite, prendra donc en général un mouvement dans un sens ou dans l'autre. En même temps, l'air atmosphérique s'introduira par l'une des ouvertures, et s'il existe des causes, qui fassent varier la température de l'air, pendant le parcours; si, par exemple, un foyer de chaleur existe quelque part, ou si les parois sont à une température différente, plus ou moins élevée, que celle de l'atmosphère, l'air continuera à circuler dans le même sens, et un courant permanent s'établira. Ainsi, la cause des courants d'air naturels, qui s'établissent dans les excavations souterraines, communiquant avec le jour par plus d'une ouverture, réside dans la différence habituelle, entre la température de la roche qui forme les parois des galeries et la température de l'atmosphère, variable avec les sai-

sons, l'heure de la journée, et les divers accidents météorologiques.

La température du sol, à une très-petite profondeur au-dessous de la surface, cesse d'être affectée, par les variations fréquentes de température, qui ont lieu journellement dans les couches atmosphériques, voisines de la surface; mais elle change légèrement avec les saisons de l'année. A 25 ou 30 mètres de profondeur, la température de la roche demeure invariable pendant toute la durée de l'année, et l'observation a fait voir que, dans nos climats, cette température est égale à la moyenne des températures de la surface, pendant une année entière, augmentée environ d'un degré. A des profondeurs plus considérables, la température de la roche est encore invariable, et croît à mesure que l'on s'enfonce; cet accroissement est à peu près d'un degré centigrade, pour des accroissements de profondeur de 20 à 30 mètres. Il résulte de là que les parois des excavations souterraines sont généralement plus chaudes en hiver, et plus froides en été, que l'air atmosphérique, et qu'il existe encore, dans les saisons intermédiaires du printemps et de l'automne, des différences accidentelles de température, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre.

Concevons donc que ABCDEFGH représente un conduit souterrain. Soit T_0 la température de l'atmosphère, et t la température propre à la roche, qui forme les parois du conduit, et que l'on peut supposer la même partout, à partir d'une fort petite profondeur au-dessous de la surface. En hiver on aura $t > T_0$. De l'air qui aurait séjourné longtemps dans le conduit, aurait pris la température t des parois : si les deux ouvertures

H et A ne sont pas dans le même plan de niveau, il est évident que l'équilibre n'existera pas, et que l'air prendra un mouvement, de l'ouverture la moins élevée H vers l'ouverture la plus élevée A. La hauteur motrice sera alors :

$$z \times \frac{1+0{,}00375\,t}{1+0{,}00375\,T_0} + h_4 - h_3 + h_2 - h_1,$$

expression positive, puisque t est plus grand que T_0. Pendant la circulation de l'air, l'air atmosphérique entrant par l'ouverture H s'échauffera peu à peu sous l'influence de la température plus élevée des parois. Arrivé au bas de la première portion inclinée de la conduite, dont la hauteur verticale est désignée par h_4, il aura pris une température supérieure à T_0, mais inférieure à celle des parois. Soit t' la température moyenne de l'air en mouvement, dans cette première portion du conduit ; soient de même t'', t''', t'''' les températures moyennes de l'air dans les parties, dont h_3, h_2, h_1 expriment les hauteurs verticales respectives, et T_1 la température finale que l'air a acquise, lorsqu'il est arrivé à l'orifice d'écoulement. Les températures t', t'', t''', t'''', T_1 iront évidemment en croissant, en s'approchant de la température t des parois, puisque nous supposons qu'il n'existe aucune autre cause d'élévation de température. La hauteur motrice sera alors :

$$z \times \frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,T_0} + h_4 \times \frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,t'} - h_3 \times \frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,t''}$$
$$+ h_2 \times \frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,t'''} - h_1 \times \frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,t''''}.$$

On remarquera d'abord que, si la conduite présente un grand développement, et si le courant

d'air est lent, la température finale T, différera fort peu de la température t de la roche. En même temps, les températures t', t'', t''' et t'''' allant en croissant, de façon que t' soit voisin de T_0, tandis que t'''' est presque égal à t, la hauteur motrice sera d'autant plus grande, que les portions de conduite, dans lesquelles l'air circule en descendant, telles que DC, seront plus rapprochées de l'orifice H, par lequel l'air entre, et qu'au contraire les portions où l'air circule en montant, telles que EF, seront plus rapprochées de l'orifice A, par lequel l'air sort. Le cas le plus favorable à la circulation est donc celui où l'air descend d'abord par un puits vertical ou incliné, à la plus grande profondeur des travaux, et circule ensuite dans une galerie contenue dans un plan horizontal, jusqu'au pied d'un puits vertical ou incliné, par lequel remonte le courant d'air échauffé. Dans ce cas, si la galerie est longue, de façon que l'air ait pu acquérir, en la parcourant, une température presque égale à t, il est évident que la hauteur motrice sera plus grande, à mesure que la circulation de l'air deviendra plus rapide, parce qu'alors il aura conservé, dans le puits de descente, une température plus basse. La circulation serait, au contraire, fortement ralentie, si l'air, après être descendu dans la première partie de la conduite souterraine, était obligé de remonter dans une partie voisine, avant d'avoir pris une température élevée, pour redescendre plus loin à un niveau inférieur.

Si la différence de niveau z' des orifices des deux puits est nulle, la hauteur motrice serait nulle dans l'origine, en supposant que la conduite fût entièrement remplie d'air, qui y aurait

séjourné, et aurait pris la température t de la roche. Il n'y aurait en effet aucune raison pour que le courant s'établît dans un sens, plutôt qu'en sens contraire. Mais si, par un moyen quelconque, on détermine le mouvement de l'air dans un sens, la circulation continuera indéfiniment d'avoir lieu dans le même sens, sans qu'il soit nécessaire, pour l'entretenir, de continuer l'emploi du moyen, dont on s'est servi pour donner la première impulsion. Cela tient à ce que le puits vertical, ou incliné, par lequel l'air descend à l'entrée, se remplira d'air plus froid, tandis que le puits vertical ou incliné, par lequel l'air remonte, avant de sortir, demeurera plein d'air échauffé. Toutefois la circulation ne continuera qu'autant que la conduite souterraine sera terminée, à ses deux extrémités, par des parties verticales ou inclinées; cela n'aurait pas lieu pour une conduite entièrement horizontale, encore moins pour une conduite, telle que celle représentée (*Pl. III*, *fig.* 6), dans laquelle EF et CD seraient des puits intérieurs, supérieurs au niveau de la galerie horizontale AH. Si les puits intérieurs étaient au contraire creusés au-dessous du niveau de la galerie AH (*Pl. III*, *fig.* 7), le courant déterminé par un moyen quelconque, dans les circonstances indiquées, persisterait d'autant mieux que le puits, où l'air descendrait, serait plus rapproché de l'orifice de la galerie, par lequel l'air extérieur pénètre, et que l'autre en serait plus éloigné.

Considérons au contraire ce qui arrivera, dans le cas où la température atmosphérique T_0, sera plus élevée que la température t, des parois de la conduite. En supposant la conduite entière (*fig.* 5), remplie d'air à la température t,

l'équilibre ne pourra exister, qu'autant que les orifices A et H seront dans le même plan horizontal, et que l'on aura $z = 0$. Si z n'est point nul, il est clair que l'air commencera à se mouvoir, mais en sens inverse du mouvement, qui aurait lieu, si l'air intérieur était plus chaud que l'air extérieur. Le mouvement aura donc lieu de l'ouverture la plus élevée A, vers l'ouverture la moins élevée H. La hauteur motrice, qui rompra l'équilibre, sera dans l'origine, l'air intérieur étant supposé stagnant :

$$h_1 - h_2 + h_3 - h_4 - z\frac{1+0,00375\,t}{1+0,00375\,T_0}.$$

Expression positive, puisque l'on a : $h_1 - h_2 + h_3 - h_4 - z = 0$, et que t est supposé plus petit que T_0.

Lorsque le mouvement aura une fois commencé, l'air entrant par l'orifice A se refroidira dans le parcours de la conduite, et si l'on désigne par t', t'', t''', t'''', les températures moyennes de l'air en mouvement dans les portions respectives AB, CD, EF, GH de la conduite; par T_1, la température finale avec laquelle l'air sort par l'orifice H, on aura pour la hauteur motrice :

$$h_1\times\frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,t'} - h_2\times\frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,t''} + h_3\times\frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,t'''}$$
$$- h_4\times\frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,t''''} - z\times\frac{1+0,00375\,T_1}{1+0,00375\,T_0}.$$

Les températures t', t'', t''', t'''' et T_1 vont progressivement en diminuant, et en se rapprochant de la température invariable t des parois. Si le développement de la conduite est très-long, la température finale T_1, ainsi que la température t'''', seront

sensiblement égales à t. La hauteur motrice sera donc ici d'autant plus grande que les portions, telles que CD, dans lesquelles l'air circule en montant, seront plus rapprochées de l'orifice d'entrée A de l'air atmosphérique, et que les portions telles que DF, dans lesquelles l'air circule en descendant, seront plus rapprochées de l'orifice de sortie. Si la conduite se réduit à une longue galerie, dont l'axe soit contenu dans un plan sensiblement horizontal, aboutissant à deux puits verticaux ou inclinés, foncés sur ses extrémités, ou aura $h_2 = o$, $h_3 = o$, et la hauteur motrice, une fois le mouvement commencé, sera à peu près égale à :

$$h_1 \times \frac{1+0,00375t}{1+0,00375t'} - h_4 - z \times \frac{1+0,00375t}{1+0,00375T_0}.$$

Comme t' est plus grand que t, cette hauteur motrice est moindre que celle qui a rompu l'équilibre dans l'origine, d'autant moindre d'ailleurs que la circulation est plus rapide.

Si l'on a $z = o$, c'est-à-dire si les deux orifices A et H sont au même niveau, l'équilibre existera dans l'origine. Si on trouble cet équilibre, en imprimant à l'air, qui remplit la conduite, un mouvement dans un sens ou dans l'autre, ce mouvement imprimé se ralentira, et s'arrêtera bientôt. Car, la hauteur motrice prise en supposant que la circulation de l'air continue dans le même sens, prend alors une valeur négative, ce qui fait voir que l'action des forces dues à la gravité, et aux variations de température, tend à ralentir et à éteindre le mouvement. On s'en rend compte, en observant que la colonne d'air descendante dans le puits, par où l'air entre, est nécessairement plus

chaude, et par conséquent spécifiquement moins pesante, que la colonne d'air montante dans le puits de sortie. Cependant ceci n'aurait pas lieu, si la conduite était formée (*Pl. III*, *fig.* 8) de deux galeries horizontales et d'une petite longueur, AC, FH, s'ouvrant dans un même plan de niveau, et réunies par deux ouvrages montants, DC et FE, réunis eux-mêmes par une longue galerie horizontale ou inclinée DE. Alors si le mouvement avait commencé dans le sens indiqué par les flèches dans la *fig.* 8', il persisterait dans le même sens, par la raison que la colonne d'air montante en CD serait plus chaude, que la colonne d'air descendante en EF. En désignant la hauteur verticale des puits intérieurs CD et EF par h, par t' et t'' les températures moyennes de l'air en mouvement dans ces puits intérieurs, par T_1 la température de l'air sortant en H, qui diffère peu de la température de la roche, et par T_0 la température de l'air, la hauteur motrice serait :

$$-h\,\frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,t'}+h\times\frac{1+0{,}00375\,T_1}{1+0{,}00375\,t''},$$

et comme t' serait nécessairement plus grand que t'', cette valeur serait positive. Elle aurait d'ailleurs une valeur numérique d'autant plus grande que le courant serait plus rapide.

Nous résumerons, ainsi qu'il suit, les déductions précédentes, sur les courants d'air naturels qui s'établissent dans une conduite souterraine, communiquant avec l'atmosphère par deux issues différentes.

Il s'établit un courant naturel dans une conduite souterraine de ce genre, toutes les fois qu'il existe, entre les deux issues, une différence

de niveau en même temps qu'une différence de température entre l'air atmosphérique, et la roche, qui forme les parois de la conduite. Cette dernière circonstance suffit, dans beaucoup de cas, sans le concours de la première, pour que le courant s'établisse. La température de la roche est d'ailleurs invariable, et égale ou supérieure à la moyenne des températures annuelles, observées à la surface.

(*d*) Quand l'air extérieur est plus froid que la roche, comme cela a toujours lieu en hiver.

1° L'air circule en entrant par l'ouverture, située au niveau le plus bas, et sort, après s'être échauffé, par l'ouverture la plus élevée;

2° Lorsque les deux ouvertures sont au même niveau, la moindre force suffit pour déterminer un courant dans un sens ou dans l'autre, et la circulation de l'air persiste dans le même sens, une fois qu'elle a commencé, pourvu que la plus grande partie de la conduite souterraine, soit située à un niveau plus bas, que celui des orifices aboutissants au jour. Il existe généralement des circonstances locales qui déterminent le sens du courant;

3° La disposition particulière des diverses parties de la conduite est plus ou moins favorable à l'activité de la circulation. La plus favorable est celle où le puits, par lequel l'air entre, est approfondi jusqu'au point le plus bas de la conduite, et où celle-ci est horizontale, du fond de ce puits jusqu'au bas de celui, par lequel l'air sort. La disposition la moins favorable est celle où l'air, après être descendu par le premier puits, remonte, pour redescendre ensuite une ou

plusieurs fois, dans des puits intérieurs, avant d'atteindre le puits, par lequel il revient au jour. Si les deux ouvertures sont situées dans le même plan de niveau, il pourra arriver, dans ce dernier cas, que la circulation soit impossible.

(*b*) Lorsque l'air extérieur est plus chaud que les parois de la conduite, comme cela a lieu en été.

1° L'air extérieur entre par l'ouverture la plus élevée, et sort, après s'être refroidi, par l'ouverture la plus basse;

2° Lorsque les deux ouvertures sont situées au même niveau, il ne s'établit pas de circulation naturelle, à moins que la conduite ne soit, en très-grande partie, creusée au-dessus du niveau commun de ces deux ouvertures, comme cela est indiqué, par exemple, *fig.* 8.

3° La disposition des diverses parties de la conduite est plus ou moins favorable à la circulation. La moins favorable est celle où le puits d'entrée de l'air descend au point le plus bas de la conduite, qui se prolonge ensuite horizontalement, jusqu'au bas du puits de sortie. La plus favorable est celle où l'air, après avoir parcouru une portion de la conduite, remonte par un puits intérieur à un niveau plus élevé, pour redescendre, à une distance assez considérable, par un autre puits intérieur. Les replis de la conduite dans le sens vertical favorisent la circulation, lorsque ces replis sont parcourus de façon que l'air monte avant de descendre. Les conditions les plus favorables à la circulation sont exactement l'inverse, de celles qui lui sont favorables, lorsque l'air extérieur est plus froid que les parois de la conduite, et *vice versâ*.

Lorsqu'il ne s'établit pas naturellement un courant d'air continu dans une conduite à deux ouvertures, l'air ne s'y renouvelle que lentement, par suite de la propriété de diffusion, dont jouissent les gaz.

C'est en affectant le poids spécifique de l'air, que les variations de température produisent un courant continu dans une conduite. Toutes les circonstances qui modifieront, comme une élévation ou un abaissement de température, le poids spécifique, produiront des résultats semblables. Telles sont les formations, ou émanations de gaz particuliers, qui viennent se mêler au courant d'air, qui circule dans des galeries de mines. Les variations, dues à cette cause, pourront être dans le même sens que celles dues aux changements de température, ou en sens contraire. Dans le premier cas, elles contribueront à activer le courant; dans le second, elles le retarderont, et pourront l'annihiler, ou même déterminer un courant en sens contraire. Les émanations de gaz moins denses que l'air, tels que la vapeur d'eau, dont l'air se sature, presque toujours, dans le parcours des galeries souterraines, et l'hydrogène proto-carboné, agiront dans le même sens qu'une élévation de température; les émanations de gaz plus denses que l'air, comme le gaz acide carbonique, agiront, au contraire, dans le même sens qu'une diminution de température, due à l'action des parois de la conduite.

(*La suite à la prochaine livraison.*)

AÉRAGE

Des mines;

Par M. COMBES, Ingénieur en chef des mines.

(SUITE.)

CHAPITRE III.

SECTION PREMIÈRE.

Moyens de déterminer un courant d'air continu dans les mines.

21. Pour qu'une mine soit bien aérée, il faut qu'un courant d'air incessant, et suffisamment rapide, venant du jour, circule dans toutes ses parties, afin d'entraîner au dehors les gaz nuisibles, qui s'y forment continuellement. Ce courant peut être déterminé par la seule influence des différences de poids spécifique, entre l'air atmosphérique, et celui qui remplit les galeries, combinée avec une disposition convenable de l'ensemble des excavations souterraines, et des ouvertures qui les mettent en communication avec le jour. On dit alors que l'aérage est naturel. Ou bien, il exige l'emploi d'une force motrice continuellement agissante. Alors l'aérage est dit artificiel.

On doit, autant que possible, disposer l'ensemble des travaux souterrains, et les puits et galeries aboutissant au jour, de telle sorte que la circulation de l'air ait lieu naturellement, et que la force motrice, quand on est obligé d'y avoir recours, vienne aider l'action des causes naturelles. C'est pourquoi nous ferons d'abord con-

naître les diverses formes, que l'on donne aux excavations, et nous dirons les circonstances, qui sont, dans chaque cas, favorables à l'aérage naturel.

AÉRAGE NATUREL.

Excavations à une seule ouverture; puits et galeries en creusement.

L'air se renouvelle dans toutes les excavations de ce genre, par suite de la propriété de diffusion dont jouissent les gaz; mais il arrive rarement que cela suffise, pour que l'air y soit salubre. Le renouvellement a lieu avec plus de facilité, lorsque la différence de poids spécifique, entre l'air atmosphérique, et celui qui a séjourné quelque temps dans l'excavation, concourt avec la propriété de diffusion, pour opérer le mélange. Si, par exemple, on creuse un puits vertical, et que les fissures de la roche ne laissent arriver aucun gaz d'une nature particulière, l'air se renouvellera en général abondamment pendant l'hiver, et difficilement, au contraire, pendant l'été. Dans l'hiver, en effet, l'air qui occupe le puits est moins dense que l'air atmosphérique, parce que, d'une part, il reçoit, des parois du puits, de la chaleur qui élève sa température, et que de l'autre, il se sature presque toujours d'humidité, à cette température plus élevée. Il tend donc à monter dans l'atmosphère, en vertu de sa plus grande légèreté spécifique; il est remplacé par de l'air froid venant du dehors, qui s'échauffe, se sature d'humidité, et s'élève à son tour. S'il existe dans la roche des fissures qui laissent dégager de l'hydrogène proto-carboné, celui-ci, en se mêlant à

l'air intérieur, le rendra encore moins dense, et favorisera par conséquent le renouvellement. Si, au lieu d'hydrogène carboné, il arrive par les fissures du gaz acide carbonique, l'effet inverse aura lieu, et comme l'acide carbonique est irrespirable à un haut degré, l'aérage naturel pourra devenir insuffisant, à une très-petite profondeur. Pendant l'été, le refroidissement dû à l'action des parois du puits rend l'air intérieur plus dense, et la diffusion s'opère lentement, à moins qu'un dégagement naturel, et assez abondant d'hydrogène proto-carboné ne vienne la favoriser: aussi l'air sera-t-il généralement insalubre dans cette saison, à moins que l'excavation n'ait de grandes dimensions, et une large issue.

L'aérage naturel d'un puits vertical est considérablement activé, par des filtrations d'eau venant de la partie supérieure du puits, parce que les filets d'eau qui tombent entraînent de l'air avec eux, et déterminent ainsi des courants descendants le long de la paroi, à l'endroit où l'eau tombe, tandis que des courants ascendants s'établissent dans le centre, ou sur la paroi opposée. Enfin, plus les dimensions du puits sont grandes, et plus l'air se renouvelle avec facilité.

Si l'on creusait une galerie inclinée en montant, les circonstances favorables à l'aérage seraient inverses de celles que nous venons d'indiquer: ainsi il serait meilleur en été qu'en hiver; un dégagement de gaz acide carbonique ne le contrarierait point, tandis qu'un dégagement d'hydrogène proto-carboné lui nuirait beaucoup.

Dans une galerie horizontale, dont les dimensions sont un peu grandes, il s'établit ordinairement deux courants en sens inverse, l'un à

la partie inférieure, l'autre vers le faîte. En hiver, le courant d'air sortant est à la partie supérieure, tandis qu'un courant d'air plus froid, venant du jour, s'établit près du sol. L'inverse a lieu pendant l'été, à moins qu'un dégagement d'hydrogène proto-carboné ne rende encore l'air intérieur, moins dense que l'air extérieur, quoique celui-ci soit plus chaud. Ces deux courants s'établissent, d'ailleurs, d'autant plus nettement et plus facilement, que la galerie a plus de hauteur et de largeur. On peut remarquer que, les divers points de l'embouchure d'une galerie horizontale se trouvant à des niveaux différents, il se passe ici quelque chose d'analogue au courant continu, qui s'établit dans une conduite communiquant avec le jour, par deux ouvertures, situées à des niveaux différents.

Lorsque l'aérage n'est pas suffisant, dans un puits ou une galerie isolés, il suffit, pour l'activer, de les diviser en deux parties, par une cloison en planches, dont les intervalles sont bouchés avec de la mousse ou de la terre argileuse, et que l'on prolonge au fur et à mesure de l'avancement, jusqu'auprès du fond de l'excavation. L'un des compartiments, dans lequel passent les ouvriers, et les vases qui servent à enlever les déblais, est généralement plus grand que l'autre. Celui-ci peut être mis en communication avec une cheminée ou tourelle en maçonnerie, qui s'élève à une hauteur de plusieurs mètres, au-dessus de l'orifice. Si c'est un puits dont il s'agit, la cloison sera établie, dans un plan vertical, parallèle à l'axe du puits. S'il s'agit d'une galerie, cette cloison sera encore parallèle à l'axe de la galerie, horizontale, ou verticale. Dans le premier cas, elle pourra former un plancher sous lequel

couleront les eaux filtrant des parois, tandis qu'on établira au-dessus le chemin pour les ouvriers, et le passage des brouettes ou chariots. Ce plancher, devant avoir une grande solidité, sera établi sur des traverses horizontales appuyées sur les deux parois. La cloison pourra aussi être établie près du faîte de la galerie, en laissant au-dessous d'elle, comme sous un plafond, la voie de passage. Lorsqu'on s'est déterminé à construire un plancher solide, avec voie de roulage par dessus, il est souvent utile de mettre le compartiment supérieur en communication avec la cheminée ou tourelle, et de laisser entièrement ouvert l'espace au-dessous du plancher. Il est alors nécessaire de tenir la galerie, supérieure au plancher, fermée par une ou deux portes, qui ne s'ouvrent que pour livrer le passage aux ouvriers et aux chariots. La cheminée en maçonnerie est établie en arrière des portes, et communique avec la galerie, par un petit puits foncé sur sa direction. La *fig.* 1, *Pl. IV*, montre cette disposition. G est une galerie horizontale percée sur le flanc d'une montagne MN, F le bout de cette galerie, ABC le plancher horizontal qui se continue jusqu'en C, à quelques mètres du fond ; *p*, *p'* sont deux portes, qui doivent être tenues constamment fermées, et s'ouvrent seulement, pour le passage des ouvriers et des chariots. On les place à une assez grande distance l'une de l'autre, pour qu'un rouleur et son chariot, ou un convoi de chariots, quand le roulage s'opère de cette façon, puisse tenir dans l'intervalle qu'elles laissent entre elles, de sorte que, lorsqu'on ouvre la porte *p'*, on ait déjà refermé la première. P est un petit puits surmonté d'une

cheminée, ou tourelle K. Si le puits P était suffisamment profond, cette dernière construction deviendrait inutile.

Lorsque la galerie que l'on veut aérer a une grande largeur, il peut être plus commode de la diviser en deux compartiments, par une cloison verticale. Dans tous les cas, la division de l'excavation en deux compartiments en fait une véritable conduite allongée, qui communique avec le jour par deux ouvertures. La cheminée ou tourelle a pour but d'élever l'une de ces ouvertures, à un niveau supérieur à l'autre; une circulation continue d'air s'établit alors naturellement, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, suivant les différences de température des parois de l'excavation, et de l'air atmosphérique (§ 20, chap. II).

On ne donne le plus souvent aux puits, et surtout aux galeries de mines, que de petites dimensions, dans un but d'économie, ou de solidité. La nécessité de conserver un passage suffisamment large, pour le service de la mine, oblige à faire un compartiment beaucoup plus grand que l'autre, et quelquefois, surtout lorsque l'établissement de la cloison ne doit être que temporaire, on lui substitue une simple conduite en bois, composée de caisses carrées, ou rectangulaires, mises bout à bout. Chaque caisse est formée de 4 planches bouvetées et clouées. Elles s'emboîtent les unes dans les autres, à la manière des portions de tuyaux de poêle, ainsi que l'indique la *fig.* 2, *Pl. IV* : A, section d'une des caisses par un plan normal à son axe; B, section longitudinale de deux caisses mises bout à bout. Les joints des caisses, mises bout à bout, sont calfatés avec des étoupes, ou en-

duits de glaise. Cette conduite est placée dans un angle du puits ou de la galerie, suspendue à des crampons en fer s'il s'agit d'un puits, posée sur le sol ou suspendue près du faîte si c'est une galerie. En dehors de l'excavation, elle est mise en communication avec une tourelle, ou cheminée. On se contente même souvent, d'élever une cheminée en planches, ou de prolonger la conduite (*fig.* 2), en l'élevant verticalement de quelques mètres en dehors de l'excavation. Une tourelle en maçonnerie est préférable, parce que la température de ses parois intérieures est beaucoup moins affectée par la température de l'air extérieur.

Pour que l'établissement d'une cloison continue, ou d'une conduite en planches soit efficace, la condition la plus essentielle est que la section du compartiment étroit, isolé par la cloison, ou la section intérieure de la conduite, soit aussi grande que possible. Il résulte en effet des formules données § 18, que le volume d'air qui, toutes choses égales d'ailleurs, circule dans une conduite, augmente à mesure que sa section est plus grande. On doit donc, sans se laisser influencer par le désir d'économiser sur la construction de la cloison ou de la conduite, disposer, pour l'établir, de la totalité de l'emplacement que l'on peut se ménager, sans trop gêner la circulation des ouvriers et des vases d'extraction (1).

---

(1) On emploie quelquefois, au lieu de caisses en planches, des tuyaux de tôle, ou même de zinc. Quand on emploie la tôle, il arrive presque toujours qu'on se laisse aller, pour éviter une trop grande dépense, à donner à la conduite, un diamètre trop petit. Les conduites en zinc

Les moyens indiqués ci-dessus pour l'aérage d'une excavation isolée, en voie de creusement, sont généralement efficaces et suffisants pendant l'hiver, lorsque l'excavation n'est pas très-étendue, et que la circulation n'est pas contrariée par un dégagement assez abondant de gaz d'une densité différente de celle de l'air atmosphérique, comme, par exemple, un dégagement de gaz acide carbonique, sortant des fissures de la roche, sur les parois d'un puits. Ils sont au contraire ordinairement inefficaces, dès que la température atmosphérique devient égale ou supérieure à celle des parois de l'excavation, à moins que l'aérage ne soit favorisé par un dégagement particulier de gaz, ou par la très-grande section de l'excavation principale, et de la conduite établie pour l'aérage.

Momentanément on peut utiliser l'influence du vent, en surmontant l'orifice supérieur de la conduite, ou de la cheminée, par une manche en grosse toile, ouverte du côté d'où vient le vent, comme cela se pratique, pour aérer les chambres basses des navires, ou pour amener de l'air, dans l'espace où est établi le foyer des machines, dans les bateaux à vapeur. Mais ce remède temporaire ne peut être donné comme un moyen sûr; il n'est applicable d'ailleurs que dans le cas où l'air frais descend par la conduite, ou le tuyau d'aérage, ce qui est le cas le plus rare. Si l'air sort de la mine par cette conduite, il faut la terminer par une sorte de chapeau, qui s'ouvre

---

sont d'un très-mauvais usage dans les mines, à cause de la facilité avec laquelle elles sont percées par le moindre choc. Ainsi nous n'hésitons pas à conseiller l'emploi de conduites en bois, dans tous les cas.

dans une direction opposée à celle du vent. Ce dernier moyen a peu d'efficacité. Lorsque la circulation naturelle est insuffisante, il faut généralement y pourvoir par l'emploi d'une force motrice continue, et recourir à l'un des moyens d'aérage artificiel, qui seront décrits plus loin.

Excavations communiquant avec le jour, par deux ou plusieurs ouvertures.

22. Si l'excavation se réduit à un long boyau, débouchant au jour par ses deux extrémités, elle constitue une conduite unique, dans laquelle s'établira naturellement un courant d'air continu, toutes les fois que les deux ouvertures seront à des niveaux différents. Nous avons fait connaître dans le paragraphe 20, chap. II, les circonstances qui déterminent le sens du courant, et donné l'expression de la hauteur génératrice du mouvement, avec assez de détails, pour nous dispenser d'y revenir. Mais nous devons insister ici sur l'influence qu'exercent, toutes choses égales d'ailleurs, sur la circulation, la longueur et les dimensions de l'excavation. Pour fixer les idées, concevons qu'elle consiste en une galerie horizontale, aux extrémités de laquelle sont foncés deux puits verticaux. Si la longueur de la galerie G (*fig.* 3, *Pl. IV*) est très-grande, par rapport à la profondeur verticale des deux puits, si ceux-ci ont une section égale à celle de la galerie, ou plus grande, et si en même temps les variations de température de l'air, dans le parcours, sont comprises entre des limites peu étendues, ne dépassent pas, par exemple, 30 ou 40 degrés centigrades, les termes du dénominateur de la valeur de Q, dans la formule générale du paragraphe 18,

seront tous assez petits, par rapport à celui qui est introduit par le frottement de l'air, dans la galerie G; désignant par L la longueur de cette galerie, par A l'aire de sa section, par P le périmètre de cette aire, le dénominateur de la valeur de Q différera très-peu de :

$$\sqrt{26\frac{P}{A}\times\frac{L}{A^2}\frac{1+0{,}00375\frac{t'+t''}{2}}{1+0{,}00375T_1}}.$$

En supposant les températures t', t'' et T_1 constantes, on voit que le volume Q sera inversement proportionnel à la racine carrée de l'expression $\frac{P}{A}\times\frac{L}{A^2}$.

Si l'aire A était un cercle de rayon R, on aurait $A=\pi R^2$, et le périmètre P de cette aire serait la circonférence de rayon R, égale à $2\pi R$. Le rapport $\frac{P}{A}$ serait donc égal à $\frac{2\pi R}{\pi R^2}$, ou $\frac{2}{R}$.

En général, on pourra poser $\frac{P}{A}=\frac{2}{R}$, R étant une certaine longueur, qu'on appelle le rayon moyen de la section de la galerie, on aura alors :

$$\frac{P}{A}\times\frac{L}{A^2}=\frac{2}{R}\times\frac{L}{A^2}.$$

D'où l'on voit que le volume Q est proportionnel à l'aire A de la section, à la racine carrée du rayon moyen, et inversement proportionnel à la racine carrée de la longueur de la galerie. D'ailleurs, pour des sections de figures semblables, les rayons moyens sont entre eux comme les contours, ou comme les racines carrées des aires des sections.

De là les conséquences suivantes :

1° Dans des galeries de sections égales, et qui ne différeront que par la longueur, les volumes, et les vitesses des courants d'air, qui circuleront naturellement, sous l'influence des mêmes circonstances, seront inversement proportionnels aux racines carrées des longueurs. Ainsi, si la longueur d'une galerie est quadruple de la longueur d'une autre galerie, de même section, le volume et la vitesse de l'air dans la première, seront la moitié du volume et de la vitesse de l'air dans la seconde.

2° Dans des galeries de même longueur, mais de sections différentes, si le rayon moyen reste le même, les volumes d'air qui circuleront, sous l'influence des mêmes causes, seront directement proportionnels aux sections. Les vitesses de l'air seront les mêmes, puisque ces vitesses sont proportionnelles aux volumes, et en raison inverse des sections, et que le rapport des volumes aux sections demeure constant. Par exemple, supposons que, deux puits P, P′ (*fig.* 3, *Pl. IV*) étant réunis par une galerie très-longue G, une circulation continue d'air s'établisse d'un puits à l'autre. Si les mêmes puits P, P′ sont réunis par deux galeries parallèles, en tout semblables à la galerie G (*fig.* 4), le volume d'air total, qui circulera dans les deux galeries G, G′, sera, dans les mêmes circonstances, sensiblement double du volume, qui circule dans la galerie G (*fig.* 3), et par suite chacune des galeries G, G′ sera parcourue par un courant, ayant à très-peu près même volume et même vitesse, que le courant qui passait dans la galerie unique G, c'est-à-dire que les deux galeries G, G′ seront aussi

bien aérées, sous l'influence des mêmes causes, que l'était une seule d'entre elles. Cette conclusion est fort importante. Elle subsiste, dans tous les cas où la profondeur des deux puits P, P′ est une petite fraction du développement total de l'une des galeries G, G′, qui les réunissent, et que ces puits ont d'ailleurs une section égale, ou plus grande que les sections réunies des deux galeries G et G′; conditions qui se rencontrent dans les mines, dont les travaux ont une grande étendue.

3° Dans des galeries de même longueur, et de sections différentes, les volumes d'air qui circuleront, sous l'influence des mêmes circonstances, seront, en général, directement proportionnels aux produits des sections multipliées par les racines carrées des *rayons moyens*; et si les sections sont des figures semblables, les volumes seront proportionnels aux produits des sections, par les racines carrées de leurs côtés homologues. Dans ce dernier cas, les volumes d'air croîtront plus rapidement que les sections, et par conséquent les vitesses du courant augmenteront, dans le même sens que les volumes. Elles seront entre elles, comme les racines carrées des côtés homologues des sections. Cette proposition est sujette aux mêmes restrictions que la précédente : elle n'est applicable qu'à des galeries très-longues, par rapport au développement des puits, ou bouts de galeries, qui les mettent en communication avec le jour. On se tromperait beaucoup, si on voulait en faire l'application à des galeries souterraines, d'une petite étendue, qui feraient partie d'un grand développement de travaux.

23. L'ensemble des excavations souterraines, qui

forment une mine, ne se compose ordinairement pas d'une, ou deux galeries parallèles ; mais d'un grand nombre de galeries, percées dans différents sens, qui communiquent entre elles, et occupent une étendue superficielle plus ou moins considérable, dans le plan du gîte exploité. Quelquefois aussi l'exploitation s'étend à la fois, sur plusieurs gîtes parallèles, ou qui se croisent. Dans tous les cas, il est nécessaire que l'air se renouvelle dans toutes les galeries, fréquentées par les ouvriers. Lorsque ces galeries ont une grande section, et une longueur médiocre, si les deux issues, par lesquelles elles communiquent avec le jour, ne sont pas très-éloignées, et s'il n'y a pas de dégagement particulier de gaz nuisibles, venant des fissures ou des cavités de la roche, l'air se renouvelle ordinairement partout, en quantité suffisante, sans qu'il soit besoin d'avoir recours à des dispositions particulières. Il en est ainsi dans les mines de sel gemme de la Lorraine, du comté de Chester, et dans presque toutes les mines de houille du centre, et du midi de la France, qui sont exemptes d'un dégagement d'hydrogène carboné, ou d'acide carbonique; la grande puissance des couches, dans ces localités, permet de donner aux galeries de grandes dimensions, et les puits y sont fort rapprochés.

Il arrive souvent, en hiver, lorsque l'aérage naturel est le plus actif, que le courant d'air serait trop vif, et gênerait les ouvriers, dans les galeries, qui mettent en communication directe les deux ouvertures allant au jour. On remédie à cela, en plaçant dans les passages, où le courant prend une vitesse gênante pour le travail, des portes qui, fermant mal, laissent libres des intervalles, par lesquels l'air passe, et que l'on peut augmenter ou

diminuer à volonté. On crée ainsi des rétrécissements, à travers lesquels l'air prend une vitesse, et éprouve des résistances, qui absorbent une partie de la hauteur génératrice du mouvement. Il y a diminution de la rapidité du courant d'air dans les galeries, où ces portes sont placées; une partie de cet air reflue dans les galeries latérales, où il passe en faisant un plus long circuit; enfin la masse totale d'air, circulant dans les travaux, est diminuée.

24. Pour activer la circulation, due aux différences naturelles de température de la roche et de l'air atmosphérique, il suffit d'augmenter la différence de niveau, entre les orifices d'entrée et de sortie de l'air. On atteint ce but en surmontant le puits, dont l'orifice est le plus haut, d'une cheminée, ou plutôt d'une tour en maçonnerie. Pendant la saison froide, lorsque l'air sort par l'orifice le plus élevé, la colonne d'air, qui s'élève dans l'intérieur de la tour, y conserve à peu près la température, qu'elle a acquise dans le parcours des galeries souterraines, et la hauteur génératrice du mouvement est augmentée, proportionnellement à toute la hauteur de la cheminée. Pendant l'été, le courant ayant lieu en sens inverse, ce moyen est beaucoup moins efficace, parce que les parois intérieures de la cheminée finissent par prendre, sous l'influence du courant d'air qui y descend, une température sensiblement plus élevée que celle des galeries souterraines, et qui s'approche de la température de l'air entrant. La section intérieure de la tour doit être suffisamment grande, pour que le terme introduit au dénominateur de la valeur de Q (§ 18, chap. II), par le frottement de l'air qui y circule, n'influe pas, d'une manière notable, sur cette valeur de Q.

25. Lorsque les travaux d'un mine communiquent, avec le jour, par plus de deux ouvertures, l'aérage devient généralement d'autant plus facile à opérer, que les ouvertures sont plus multipliées. Quand elles sont rapprochées les unes des autres, et que les galeries sont spacieuses, la circulation naturelle y est presque toujours suffisante, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des dispositions particulières. Lorsqu'elles sont éloignées, et que les galeries ont un grand développement, on peut distribuer les travaux en divers groupes, dont chacun est aéré par un courant, qui va de l'une des ouvertures à une autre. La même issue peut d'ailleurs être commune à l'air entré par deux ou plusieurs orifices différents, comme aussi le courant d'air, qui est entré par une des ouvertures, peut se diviser en deux ou plusieurs branches, qui aboutissent à des issues diverses. Nous reviendrons sur ce sujet, que nous ne faisons qu'indiquer ici, dans la dernière section de ce chapitre, où nous traiterons de la distribution du courant d'air, dans l'ensemble des excavations souterraines.

L'aérage naturel est toujours meilleur, dans les climats tempérés ou septentrionaux, comme celui de la France et du nord de l'Europe, pendant l'hiver que pendant l'été. Cela tient, d'une part, à ce que la différence de température entre les parois des excavations, et l'air atmosphérique, est plus grande en été qu'en hiver, et, d'autre part, à ce qu'il existe toujours, dans les mines, d'autres causes, qui élèvent la température de l'air qui y circule, de sorte que celle-ci est généralement supérieure à celle de la roche (1). Ces causes

(1) Le 6 septembre 1837, j'ai trouvé la température du

sont la présence des ouvriers, des feux allumés, et quelquefois les actions chimiques, qui s'exercent sur les matériaux déposés dans les galeries. A cela il faut ajouter, que l'air se sature toujours d'humidité, dans les galeries, ce qui contribue à diminuer sa pesanteur spécifique, et agit comme le ferait une sur-élévation de température, c'est-à-dire pour favoriser la circulation en hiver, et la ralentir en été.

Si les circonstances locales, qui tendent à dimi-

---

courant d'air, qui aérait les travaux de la fosse n° 6, aux mines de houille du Grand-Hornu (Belgique), de 19 degrés centigrades. Le thermomètre que j'ai placé dans un trou de fleuret, pratiqué une heure d'avance au front de la taille, située à 222 mètres de profondeur verticale, devant laquelle j'ai pris la température de l'air, n'a marqué que 16 degrés 1/2 centigrades. Ainsi l'air était à une température supérieure de 2 degrés 1/2 à celle de la roche. La température de l'air atmosphérique, près de l'orifice du puits d'entrée, était de 10 degrés 1/4 centigrades, au moment où je descendis dans la mine, et de 19 degrés au moment où je remontai au jour.

Dans les premiers jours d'octobre 1837, j'ai trouvé la température du courant d'air, qui passait sur le front d'une taille de la mine de houille de l'Espérance, près Seraing-sur-Meuse, de 21 degrés centigrades, tandis que le thermomètre placé dans un trou de fleuret, pratiqué dans cette taille, n'a marqué que 19 degrés. La profondeur verticale de la taille au-dessous de l'orifice du puits était de 444 mètres. La température de l'air atmosphérique, près de l'orifice du puits d'entrée de l'air, était de 11 degrés. Sur le front d'une autre taille de la même mine, plus éloignée du puits vertical d'extraction et de descente de l'air, la température de l'air était de 24 degrés. Je n'ai pas pris la température de la roche; mais elle était certainement tout au plus égale à 19 degrés, car cette taille était située à une moindre profondeur verticale, que celle où j'ai pris la température de la roche.

nuer le poids spécifique de l'air, à mesure qu'il parcourt les travaux, n'existaient pas, et si la température de la roche était la seule cause qui déterminât le courant, nous avons vu que le sens de ce courant devrait être, en été, inverse de ce qu'il est en hiver. Cependant il n'en est pas toujours ainsi. Dans quelques mines de houille des environs de Liége, qui sont aérées naturellement, et dans lesquelles il existe, entre les puits d'entrée et de sortie de l'air, une grande différence de niveau, augmentée encore par la construction d'une tourelle en maçonnerie sur le puits supérieur, le sens du courant demeure le même, en été et en hiver. Il y a, dans ces mines, un dégagement d'hydrogène proto-carboné, qui joue sans doute le rôle le plus important dans ce phénomène. Je n'ai pas constaté moi-même le fait, qui m'a été communiqué par M. A. de Vaux, ingénieur en chef des mines de la province de Liége.

L'aérage naturel est irrégulier, parce que les conditions, qui le déterminent, sont très-variables. Il est généralement insuffisant pour les mines étendues, dans lesquelles les puits ne sont pas très-rapprochés l'un de l'autre, et l'on est obligé, pour y déterminer une circulation d'air suffisante, de recourir à l'emploi d'un des moyens suivants :

AÉRAGE ARTIFICIEL.

Des appareils employés, pour déterminer la circulation de l'air dans les mines, lorsque l'aérage naturel est insuffisant.

Foyers d'aérage.

26. La variation de température, que l'air subit, dans le parcours des galeries souterraines, est la

cause déterminante de la circulation, qui s'y établit naturellement. Pour l'activer, il suffirait d'augmenter, par un moyen artificiel, cette variation de température, de sorte qu'on serait conduit à établir, au bas du puits, par lequel l'air sortirait naturellement, un appareil capable d'affecter la température de l'air, dans le même sens que les parois des galeries, c'est-à-dire d'échauffer l'air sortant, ou de le refroidir, suivant que la température aurait déjà augmenté ou diminué, dans le parcours des galeries souterraines. Mais cette imitation simple du procédé de la nature présenterait des inconvénients, et des difficultés de plus d'un genre. D'une part, on n'aurait pas de moyen simple et économique de refroidir artificiellement le courant d'air; d'autre part, il faudrait changer, suivant les saisons, les procédés d'aérage, en même temps que le sens du courant, et il serait impossible, à toutes les époques de l'année ou même de la journée, de saisir le moment, où un procédé devrait être substitué à l'autre. Il y a au contraire un moyen facile, et généralement économique d'élever la température d'un courant d'air; il consiste à faire passer, sur un foyer en combustion, le courant, ou simplement une portion de l'air, qui se réunit ensuite, et se mêle, ainsi que les gaz chauds produits de la combustion, au courant général. L'action d'un foyer semblable sera secondée, pendant l'hiver, par l'influence de la température des parois, par les sources de chaleur particulières, qui existent dans les mines, par la vapeur d'eau, dont l'air se sature. Elle sera contrariée, il est vrai, pendant l'été, par l'influence de la température des parois : mais la plupart des autres

circonstances locales agiront encore, dans le même sens que le foyer, et d'ailleurs la différence de température de l'air atmosphérique, et des parois de la mine sera toujours moindre en été qu'en hiver, et d'autant moindre que les mines seront à une plus grande profondeur. On n'a donc jamais tenté, à ma connaissance, d'activer la circulation naturelle de l'air, dans les mines, par un abaissement artificiel de température; et les foyers destinés à élever la température de l'air, sont au contraire un moyen commode et généralement en usage, en toute saison. On les appelle foyers d'aérage.

Choix de l'emplacement du foyer d'aérage.

27. Il est évident que le foyer d'aérage, pour avoir toute l'efficacité possible, doit être établi au bas du puits, par lequel l'air sort de la mine, et remonte au jour, après avoir parcouru les galeries souterraines.

L'établissement du foyer, en dedans des travaux, sur un point éloigné du puits de sortie, aurait le double désavantage de rendre impossible le passage des ouvriers, dans la partie des galeries comprise entre le foyer et le puits, et d'augmenter, en pure perte, les résistances au mouvement de l'air, dues au frottement, parce que l'élévation de température, en dilatant l'air, augmente sa vitesse. D'un autre côté, un foyer établi sur un point intermédiaire, entre le fond du puits et la surface du sol, serait moins efficace que s'il était placé au bas du puits; car la température, due à l'action du foyer, augmente la hauteur génératrice du mouvement, d'une quantité proportionnelle à la hauteur verticale de la colonne d'air chaud,

comprise entre le foyer et l'orifice d'écoulement de l'air, au jour. C'est donc une disposition très-vicieuse que celle des foyers, situés à une petite profondeur, au-dessous de la surface, ou des toc-feux suspendus dans un puits peu profond; même quand ce puits est surmonté d'une cheminée, ou tourelle en maçonnerie.

Les foyers doivent être établis à la plus grande profondeur possible, c'est-à-dire au bas du puits par lequel l'air sort; plus ce puits est profond, plus une même élévation de température communiquée à l'air est efficace. C'est ainsi que sont placés les foyers, dans les grandes mines de houille du nord de l'Angleterre, et dans celles du département du Nord, en France.

Dispositions des foyers d'aérage, et des puits de sortie de l'air échauffé.

28. Le foyer peut être établi, ainsi que le représente la *fig.* 5, *Pl. IV*, dans le bout d'une galerie G, aboutissant au puits P, par laquelle arrive la totalité de l'air, qui a circulé dans les travaux. Il consiste alors simplement en une grille horizontale, posée à une élévation suffisante, au-dessus du sol de la galerie G, pour que les cendres et autres résidus solides de la combustion, puissent être enlevés, à l'aide de crochets et de pelles. Le combustible est chargé en *a*, sur le devant de cette grille. Une grille basse *bc*, inclinée en arrière, de façon à ce que son plan forme un angle obtus avec celui de la première, est destinée à retenir le combustible, pour qu'il ne tombe pas en arrière. Ce genre de foyer doit être parfaitement dégagé sur le devant, et autant que pos-

sible en arrière; il est même convenable d'élargir la galerie G, à l'endroit où il est placé, de façon que la surface libre, pour le passage de l'air, y soit au moins aussi grande que celle de la galerie en avant.

Il est presque inutile de dire qu'il faut revêtir les parois et le faîte de la galerie, à l'endroit du foyer, et jusqu'à une petite distance en arrière, d'un bon muraillement en briques, et que si l'on est, dans une mine de houille, il convient de placer le foyer dans une galerie, creusée non dans l'épaisseur de la couche mais dans le rocher, dût-on en pratiquer une exprès pour cet usage. La totalité de l'air, qui arrive par la galerie G, traverse l'emplacement du foyer, et le courant chargé des produits de la combustion, ayant acquis une température plus élevée, arrive au puits P, par lequel il remonte au jour.

La disposition décrite ci-dessus est la plus simple, mais elle présente des inconvénients qui font qu'elle est rarement adoptée. Ainsi le foyer intercepte la communication de la galerie avec le puits. Celui-ci ne peut donc servir ni à l'extraction des minerais, ni au passage ordinaire des ouvriers; il est peu convenable, d'ailleurs, d'y placer des pompes d'épuisement, parce que l'eau élevée dans les pompes refroidirait l'air chaud ascendant, que les fuites d'eau des tuyaux montants ou des baches contrarieraient l'ascension de l'air, et qu'enfin les réparations aux pompes, qui sont toujours assez fréquentes, se feraient difficilement, à cause de la fumée et de la température élevée. Aussi cette disposition n'est adoptée que dans le cas, où le puits P n'a pas d'autre usage que celui de servir à la sortie de l'air; alors, on

peut augmenter l'effet du foyer, en surmontant ce puits d'une tour en maçonnerie, qui prolonge la colonne d'air chaud, au-dessus de la surface du sol. La section intérieure de cette tour doit être grande, pour que l'air ne soit pas obligé d'y prendre une trop grande vitesse, qui serait accompagnée d'une résistance considérable.

Une disposition plus fréquemment adoptée consiste à établir le foyer, dans une excavation latérale au puits, pratiquée exprès, ou dans une galerie secondaire abandonnée, qui ne sert plus au roulage des minerais.

La *fig.* 6 représente cette disposition. La galerie principale G demeure tout à fait libre. E est l'excavation, dans laquelle est établi le foyer F. Elle communique avec la galerie G, par un boyau *hh*. C est une cheminée inclinée, qui va de l'excavation E rejoindre le puits P, à une hauteur variable au-dessus du fond. *p*, *p*, sont deux portes établies dans le boyau *hh*, qui ne ferment pas hermétiquement, et dans lesquelles on ménage de petites fentes, pour laisser passer un filet d'air, qui se détache du courant général, et vient alimenter la combustion du foyer. La plus grande partie de l'air se rend au puits, en continuant de suivre la galerie G. L'air chaud et les produits gazeux de la combustion, montant par la cheminée inclinée C, se réunissent et se mêlent au courant ascendant dans le puits, qui reçoit ainsi le même accroissement de température, que si la masse totale d'air eût passé sur le foyer. Dans l'un et l'autre cas, l'accroissement de température du courant est proportionnel à la quantité de chaleur produite par la combustion, et par conséquent à la quantité de combustible brûlé;

et en raison inverse de la masse totale du courant d'air.

Avec le foyer latéral, on peut utiliser le puits P et la galerie G, pour le passage des ouvriers, et l'extraction des minerais. Cette disposition permet aussi de régler plus facilement la combustion, en raison de l'activité que doit avoir la circulation de l'air, puisque l'on peut augmenter ou diminuer le volume d'air arrivant sur le foyer. Elle offre surtout un avantage de la plus haute importance, et sur lequel nous devons insister d'une manière toute particulière, dans les mines, où il se dégage du gaz hydrogène carboné.

En effet, dans ces mines, il peut arriver que le courant d'air, qui a parcouru les travaux, soit chargé, en arrivant au bas du puits de sortie, d'une quantité de gaz inflammable assez grande, pour que l'inflammation, avec détonation, pût avoir lieu au contact de la flamme. Dans ce cas, il y aurait une grande imprudence à diriger le courant d'air, chargé de gaz inflammable, sur un foyer, et il semble d'abord que ce motif doit faire proscrire les foyers d'aérage, dans les circonstances indiquées ci-dessus. Cependant on peut encore employer avec sécurité un foyer disposé latéralement, comme l'indique la *fig.* 6, en ayant soin d'alimenter la combustion avec de l'air non chargé de gaz, et de donner à la cheminée C un développement assez grand, pour qu'aucune étincelle venant du foyer, n'arrive dans le puits, où les gaz chauds se mêlent au courant vicié. Une longueur de 15 à 20 mètres suffit toujours pour cela, lorsque le combustible employé est de la houille. C'est avec ces précautions que les foyers d'aérage sont usités dans les mines du nord de

l'Angleterre, et de la France, où il y a dégagement de gaz inflammable.

En Angleterre, dans les mines du Northumberland et du comté de Durham, le courant d'air arrivé au bas du puits d'entrée est subdivisé en plusieurs branches, qui parcourent divers *quartiers* d'une mine étendue, lesquels sont isolés complétement les uns des autres, en ce qui concerne l'aérage, par des piliers de houille massive, des cloisons en maçonnerie de briques, ou des portes doubles fermant hermétiquement. Il n'arrive guère que tous les *quartiers*, dans lesquels les travaux souterrains sont ainsi subdivisés, soient également infectés de gaz inflammable. Les uns sont beaucoup plus dangereux que les autres. En conséquence, on emprunte à la branche du courant d'air, qui a parcouru le quartier le moins infecté, la quantité d'air nécessaire pour alimenter la combustion du foyer d'aérage, tandis que les autres branches du courant, beaucoup plus chargées d'hydrogène carboné, viennent déboucher dans le puits de sortie de l'air, par une ou plusieurs galeries disposées à cet effet, et dont les extrémités sont à un niveau inférieur ou supérieur, à l'orifice de la cheminée ou du conduit, par lequel arrivent dans le puits les gaz chauds, qui ont passé sur le foyer. La méthode de diviser une mine de houille en *quartiers isolés*, de subdiviser le courant d'air en plusieurs branches, et d'alimenter le foyer avec l'air, qui a parcouru les travaux situés dans le quartier le moins infecté, paraît avoir été introduite assez récemment dans les mines de houille du nord de l'Angleterre, par M. Buddle, célèbre inspecteur des houillères de ce pays, auquel l'art des mines est redevable de beaucoup

d'autres améliorations également importantes.

Dans les mines de houille du nord de la France exploitées par la compagnie d'Anzin, la combustion du foyer d'aérage, disposé latéralement au puits de sortie de l'air, n'est jamais alimentée par de l'air, qui ait circulé dans des excavations, où se dégage de l'hydrogène carboné. L'air qui passe sur ce foyer, descend le plus souvent du jour, par une série de petits puits creusés, à côté du grand puits vertical qui sert à l'extraction de la houille, en même temps qu'à la sortie de l'air; ces petits puits, appelés *beurtias*, contiennent les échelles par lesquelles montent et descendent les ouvriers, auxquels il est expressément défendu de se placer dans les bennes ou cuffats, élevés par les machines d'extraction. Le pied du beurtia, qui se trouve au niveau de l'emplacement du foyer, est mis en communication avec cet emplacement, par un bout de galerie, par lequel arrive l'air descendant du jour, et qui n'a circulé dans aucune galerie souterraine. La quantité d'air est réglée par deux portes, dans lesquelles on ménage des ouvertures suffisantes, et qui doivent toujours être très-petites. Les beurtias aux échelles ne sont d'ailleurs indépendants du puits principal que dans le terrain houiller. Sur toute la hauteur des terrains crétacés qui, dans les exploitations du Nord, recouvrent celui-ci, sur une épaisseur variable de 30 à 80 ou 90 mètres, les beurtias sont remplacés par un compartiment isolé du puits principal par une cloison en planches, construite avec soin, et dans lequel sont placées les échelles de la descenderie. Ce compartiment porte le nom de *goyau*, ou *royon*. Il se termine à la profondeur où l'on rencontre le terrain houiller. Là, il est fermé par le

bas, et mis en communication, par un bout de galerie, avec le beurtia supérieur.

Lorsqu'il existe des galeries aboutissant au puits de sortie de l'air, dans lesquelles il n'existe aucun dégagement d'hydrogène carboné, on se sert aussi, à Anzin, pour alimenter la combustion, de tout ou partie de l'air, qui a circulé dans ces galeries.

Le principe de l'établissement des foyers d'aérage, dans les mines où il se dégage du gaz inflammable, est donc, dans les environs de Newcastle sur Tyne, le même qu'aux environs de Valenciennes (Nord). Son application bien entendue (et elle ne présente aucune difficulté), écarte tout danger d'inflammation sur le foyer, d'un mélange explosif d'air et de gaz inflammable, tant que les portes, qui empêchent l'air chargé de gaz d'arriver sur le foyer, demeurent exactement fermées. C'est un devoir rigoureux pour le directeur d'une mine d'organiser à cet égard, comme en tout ce qui concerne la circulation de l'air, des mesures spéciales de surveillance, d'où peut dépendre le salut de la mine et de tous les ouvriers qui y travaillent.

De la température du courant d'air échauffé par les foyers d'aérage.

29. Lorsque les foyers sont établis au bas de puits profonds, et d'une grande section (3 à 4 mètres de diamètre), de telle sorte que la colonne d'air chaud ascendante ait une grande hauteur verticale, et qu'un volume d'air considérable puisse s'écouler dans le puits, sans y prendre une vitesse supérieure à celle de 1 mètre à $1^m,50$ par seconde, lorsque d'ailleurs les galeries souterraines, où circule le cou-

rant d'air, ont des dimensions assez grandes, et un développement qui n'est pas trop étendu, il est généralement suffisant que le foyer communique au courant d'air ascendant, une température supérieure de 10 à 20 degrés centigrades, à celle que possède l'air arrivé au bas du puits de sortie, de sorte que la température du courant d'air chaud ascendant ne dépasse guère 40 degrés centigrades. C'est à peu près là le maximum de température communiquée par les foyers d'aérage, dans les grandes mines de houille de l'Angleterre et du nord de la France. Les puits, par lesquels remonte l'air chaud, peuvent alors servir comme puits d'extraction, et les ouvriers peuvent même y descendre et monter par les tonnes, sans être fortement incommodés par la châleur ou la fumée.

Si la circulation déterminée par un tel accroissement de température était insuffisante, pour l'assainissement des travaux, on pourrait l'activer davantage, en augmentant l'activité de la combustion du foyer, ou la hauteur du puits de sortie de l'air, que l'on surmonterait à cet effet d'une tour en maçonnerie. Nous discuterons successivement l'efficacité de ces deux moyens.

1° Les lois du mouvement de l'air, résumées par les formules du § 18, chap. II, démontrent qu'un accroissement de température de la colonne d'air chaud ascèndante, au delà d'une limite assez basse, augmente assez peu la masse totale d'air qui circule dans les galeries, tout en exigeant un accroissement considérable de la consommation de combustible sur le foyer d'aérage. Il est facile en effet de conclure de ces formules, que les masses d'air qui sortent par l'orifice du puits, lorsque la température de l'air chaud varie

seule, toutes choses demeurant égales d'ailleurs, sont à très-peu proportionnelles à l'expression :

$$\sqrt{\frac{T-t}{1+0{,}00375\,T}},$$

dans laquelle T est la température de l'air chauffé par le foyer, et t la température de l'air atmosphérique (1).

On conclut de là que si $t = 10$ degrés, les masses d'air correspondantes à des températures T de 30, 40, 50, 60 et 100 degrés centigrades, seront respectivement proportionnelles aux nombres 43, 51, 58, 64, 79.

2° Les quantités de combustible brûlées, sur le foyer, pour obtenir diverses températures, seront d'ailleurs à peu près proportionnelles aux produits des masses d'air, par l'accroissement de température que le foyer doit leur communiquer. Supposons que, dans tous les cas, l'air arrivant au foyer d'aérage, ait acquis, dans le parcours des galeries souterraines, une température de 20 degrés, de sorte que les accroissements respectifs de température communiqués par le foyer soient égaux à 10, 20, 30, 40, 80 degrés, on voit que les quantités de combustible brûlées seront respectivement proportionnelles aux nombres : 43, 102, 174, 256, 632. On peut donc former le tableau suivant :

(1) Voyez le deuxième mémoire sur le mouvement de l'air dans les tuyaux de conduite, § 9, *Ann. des Mines*, t. XII, 3e série.

TEMPÉRATURE de l'air ascendant en degrés centigrades.	NOMBRES proportionnels à la masse d'air qui sort dans l'unité de temps, ou à l'activité de la circulation.	NOMBRES proportionnels aux quantités de combustible brûlées.
30	43	43
40	51	102
50	58	174
60	64	256
100	79	632

Les nombres, inscrits dans la deuxième colonne de ce tableau, croissent lentement, et d'autant plus lentement que la température est déjà plus élevée, tandis que les nombres de la troisième colonne croissent très-rapidement, et suivant une loi d'autant plus rapide, que la température est déjà plus élevée. Ainsi en portant la température de 30 à 100 degrés, on ne double pas la masse d'air entrante dans l'unité de temps, et il faut augmenter la dépense de combustible, dans le rapport de 43 à 632, ou de 1 à 15 à peu près. En poursuivant l'application de la formule à des températures supérieures à 100°, on trouverait que l'activité de la circulation croîtrait de plus en plus lentement, tandis que la dépense de combustible continuerait à croître, beaucoup plus ra-

pidement que la température T. Il résulte de là :

1° Que les foyers d'aérage sont d'autant plus désavantageux, sous le rapport économique, que la température qu'il faut communiquer au courant d'air ascendant, pour obtenir une circulation suffisante, est plus élevée.

2° Que pour augmenter d'une manière notable l'activité de la circulation, il faut porter la température de la colonne d'air chaud à un degré très-élevé, et qu'au delà d'une limite assez basse, tout accroissement de température ne donne lieu qu'à un accroissement nul ou insignifiant dans la circulation. Il est d'ailleurs évident que, plus la température est élevée, plus il y a de causes de pertes de chaleur; de sorte que, dans les applications pratiques, le désavantage des foyers d'aérage, à de hautes températures, est encore plus grand qu'il n'apparaît d'après la discussion précédente.

Enfin, si la température de l'air chaud dépasse 40 ou 50° centigrades, il devient à peu près impossible d'utiliser le puits de sortie de l'air pour l'extraction des minerais, ou pour tout autre usage.

Nous conclurons de ce qui précède, que quand une température de 40 à 50 degrés centigrades est insuffisante, pour déterminer la circulation d'air nécessaire, ce serait un moyen peu convenable, et même peu efficace d'y remédier, que de chercher à accroître la température de la colonne d'air chaud, en activant davantage la combustion sur le foyer d'aérage.

Influence de la profondeur du puits de sortie de l'air.

30. Si la profondeur du puits de sortie de l'air augmente, toutes choses demeurant égales d'ailleurs, et si en même temps la section du puits est assez

grande, pour que la résistance provenant du frottement de l'air contre ses parois, soit négligeable, par rapport aux autres résistances que l'air éprouve, en circulant dans l'intérieur des travaux, il résulte des formules des §§ 18 et 20, chap. II, que la masse d'air sortante dans l'unité de temps, ne peut croître plus rapidement que la racine carrée de la profondeur du puits.

Ainsi, par exemple, si le puits de sortie de l'air, au bas duquel se trouve le foyer, a 200 mètres de profondeur verticale, et si l'on surmonte ce puits d'une tour en maçonnerie, dont la section intérieure soit très-grande, les masses d'air correspondantes à des hauteurs de la tour égales à 0, 20, 30, 40 et 50 mètres, seront, tout au plus, proportionnelles aux racines carrées des nombres 200, 220, 230, 240 et 250; c'est-à-dire aux nombres 141, 148, 152, 155, 158. Ainsi, lorsque le foyer est établi au bas d'un puits de 200 mètres de profondeur, si l'on surmonte ce puits d'une tour en maçonnerie de 50 mètres, ce qui est déjà une hauteur considérable, on n'augmentera la masse d'air, qui entre dans les travaux, que dans un rapport moindre que celui de 141 à 158, ou de moins de $\frac{1}{8}$ de la masse primitive.

Si au lieu de 200 mètres de profondeur, le puits de sortie de l'air en avait 300 ou 400, l'addition d'une tour en maçonnerie de 50 mètres augmenterait la masse d'air entrante dans les travaux, d'une fraction encore plus petite de son volume. Si la tour, au lieu d'avoir une section intérieure très-grande, et égale à celle du puits, ou au moins des galeries intérieures de la mine, dans lesquelles l'air circule, avait une section beaucoup plus petite, et analogue à celle que l'on donne

aux cheminées de chaudières à vapeur, cette addition pourrait bien ralentir la circulation au lieu de l'activer.

L'addition d'une tour rend impossible, d'utiliser le puits pour l'extraction.

En résumé, l'efficacité d'une tour en maçonnerie, établie sur le puits de sortie de l'air, dans le but d'activer la circulation, est peu sensible, lorsque la hauteur de la tour n'est pas plus du quart de la profondeur du puits. Dans ce cas même, la masse d'air entrante est seulement augmentée de moins d'un huitième, par l'addition de la tour. Encore est-il nécessaire, pour cela, qu'elle ait une section intérieure égale à celle du puits, ou au moins des galeries souterraines, dans lesquelles l'air circule, sans quoi elle pourrait ralentir la circulation au lieu de l'augmenter. Comme, d'ailleurs, la construction de tours spacieuses, de plus de 50 mètres de hauteur, occasionnerait des dépenses considérables, nous estimons qu'on ne doit faire usage de ce moyen d'activer le tirage, que dans le cas, où le puits de sortie, au bas duquel le foyer est établi, n'aurait qu'une profondeur médiocre, et qui ne dépasserait pas 200 mètres.

31. On voit, dans quelques exploitations de mines, une disposition très-vicieuse des foyers d'aérage, que nous devons signaler. La mine est exploitée par un puits unique. Afin d'y faire circuler l'air, on isole du puits, par une cloison verticale, construite en planches, ou en briques, un petit compartiment qui doit servir à la sortie de l'air échauffé par le foyer d'aérage. Quelquefois même, au lieu d'une cloison, on se contente d'établir une conduite formée de coffres carrés, s'emboîtant au bout les uns des autres, que l'on suspend avec des

crampons en fer, contre l'une des paroïs du puits; cette conduite sert de cheminée au foyer d'aérage, et c'est par là que doit sortir l'air, qui a parcouru les travaux. Ceux-ci sont disposés, de manière à former un circuit sinueux, aboutissant par un bout au bas du puits, par lequel l'air descend, et par l'autre bout, au bas du compartiment ou de la cheminée en planches. Avec de semblables dispositions, on s'efforce d'activer la circulation, en donnant à l'air sortant, une température fort élevée; malgré cela, elle devient insuffisante, pour peu que les travaux prennent d'étendue, ou qu'ils soient infectés de mofettes, et la santé des ouvriers s'altère, parce que l'air n'est pas convenablement renouvelé. Il y a surtout une haute imprudence à n'avoir qu'un moyen d'aérage semblable, dans les mines qui sont infectées de gaz inflammable; s'il arrive en effet qu'une détonation ait lieu, dans quelque partie des travaux (et c'est un accident que l'on ne peut pas toujours éviter, malgré les plus grandes précautions), les gaz formés, ou dilatés par l'explosion, refoulent le courant d'air du côté où se rencontrent le moins d'obstacles, et l'issue la plus facile, c'est-à-dire vers le puits par lequel l'air descend; les gaz irrespirables remplissent ainsi toute la mine dans un temps très-court; il devient impossible d'y pénétrer, et tous les ouvriers périssent par asphyxie.

Une méthode presque aussi vicieuse consiste à établir le foyer, non pas au bas d'un puits profond, mais à une petite profondeur au-dessous du jour, au bas d'un puits creusé exprès, et que l'on surmonte d'une tourelle, ou cheminée de 40 à 50 mètres de hauteur. Ce petit puits communique,

par une galerie, avec d'autres puits contenant les échelles, pour l'entrée et la sortie des ouvriers. L'air descend par un puits large servant à l'extraction, et remonte, après avoir parcouru les travaux, par les petits puits des échelles, d'où il passe sur le foyer d'aérage, et revient au jour par le puits, et la cheminée qui le surmonte. Cette disposition est encore très-généralement usitée dans les mines de houille du Hainaut, où l'air sort par la cheminée à une température élevée, souvent très-supérieure à 100 degrés centigrades, ce qui n'empêche pas que la circulation d'air ne soit insuffisante pour l'assainissement des travaux.

32. La quantité de combustible brûlée sur un foyer d'aérage, dans un temps donné, doit être évidemment à peu près proportionnelle au produit de la masse totale d'air, échauffée par l'action du foyer, par l'accroissement de température qui lui est communiqué.

Ainsi, il résulte du § 22 qu'un même accroissement de température de l'air, sortant par le puits P (*fig.* 3 et 4, *Pl. IV*), suffit pour déterminer des courants d'air de vitesses sensiblement égales, dans une seule galerie G, ou dans deux galeries G, G′ de dimensions égales, pourvu que les longueurs de ces galeries soient très-grandes, par rapport à la profondeur des puits P, P′, de sorte que, quand le courant d'air est déterminé par la différence naturelle des températures de la roche et de l'air extérieur, deux galeries sont sensiblement aussi bien aérées qu'une seule, par le moyen des puits P, P′. Si le courant d'air est déterminé par un foyer d'aérage, établi au pied de l'un des puits, il est évident que la consommation de combustible, nécessaire pour aérer les deux galeries G, G′, sera pré-

cisément le double de celle qu'exigerait une seule galerie, l'accroissement de température demeurant le même.

Les foyers d'aérage sont généralement usités dans les exploitations de houille; leur établissement est simple et facile, leur entretien peu dispendieux, quand ils ont été d'abord bien construits. La consommation journalière de combustible occasionne une dépense assez faible, à cause du bas prix du combustible, dans ces mines; enfin, ils permettent d'utiliser pour l'extraction, le puits de sortie de l'air, lorsque la température n'y dépasse pas 40 à 50 degrés; ils sont d'autant plus avantageux, que la profondeur du puits, au pied duquel ils sont établis, est plus grande, et que la température du courant d'air chaud ascendant, nécessaire pour obtenir une circulation d'air suffisante, est moins élevée. Si, par suite de la petite profondeur du puits ou d'autres circonstances, on devait élever beaucoup la température de l'air, les foyers deviendraient alors désavantageux, sous le rapport économique, et il serait préférable de leur substituer des machines soufflantes ou aspirantes. Lorsque le prix du combustible est élevé, ces dernières machines sont, dans tous les cas, beaucoup plus économiques que les foyers.

Des machines propres à déterminer la circulation continue de l'air dans les mines.

33. Toutes les machines soufflantes, ou aspirantes peuvent servir à cet usage. Le but que l'on se propose, étant toujours de déterminer une circulation d'air, dans une suite de vides allongés, dont l'ensemble forme une conduite plus ou moins sinueuse, ouverte à ses deux extrémités, il peut

être atteint, soit en lançant de l'air préalablement comprimé par un bout, soit en aspirant à l'autre bout, et rejetant dans l'atmosphère l'air aspiré. A part quelques circonstances particulières, qui seront indiquées plus tard, il est tout à fait indifférent, pour obtenir un bon résultat, de lancer l'air atmosphérique, ou d'extraire l'air vicié, de souffler ou d'aspirer. Sous le rapport de l'économie de la force motrice, la théorie indique, en faveur des machines soufflantes, un léger avantage (*voyez* le deuxième mémoire sur le Mouvement de l'Air, *Annales des Mines*, 3e série, tome XII, § 13); mais lorsqu'on en vient aux applications, et à l'examen approfondi des circonstances de la pratique, on trouve que, si l'on veut éviter les pertes de travail moteur, l'exécution de bonnes machines soufflantes présente quelques difficultés, qui n'existent pas, au même point, pour les machines aspirantes.

Les conditions particulières des machines destinées à l'aérage, sont les suivantes :

1° Elles doivent déplacer des volumes d'air considérables ;

2° Elles ne doivent imprimer à ces masses d'air que de faibles vitesses ;

3° Elles ne doivent augmenter que très-peu la pression de l'air, qu'elles puisent dans l'atmosphère, si ce sont des machines soufflantes, ou dans la mine, si ce sont des machines aspirantes.

La plupart des machines soufflantes employées dans les usines, déplacent au contraire des volumes d'air comparativement beaucoup moindres, et leur impriment des vitesses beaucoup plus grandes; par suite, elles doivent comprimer l'air, qu'elles puisent dans l'atmosphère, assez fortement pour que l'excès de pression produise l'écoule-

ment, avec la vitesse nécessaire. Cette diversité, dans les effets à produire, entraîne une différence dans le système des appareils, qu'il convient d'employer dans les deux cas.

Pour faire mieux ressortir les différences fondamentales que nous venons de signaler, nous citerons des exemples numériques.

La mine de houille de l'Espérance, près Seraing sur Meuse, en Belgique, est aérée par le jeu d'une grande machine aspirante à pistons, mue par une machine à vapeur, dont la puissance est de 25 chevaux. Le volume d'air extrait de cette mine, calculé d'après le volume engendré par l'excursion des pistons, sous une pression de $0^{m},7493$ de mercure, et à la température de 13 degrés, serait de $9^{m.c.},0241$ par seconde. Le même volume déduit d'un jaugeage, exécuté au fond de la mine au moyen de l'anémomètre, réduit à la même pression et à la même température, est seulement de $8^{m.c.},016$; la différence provient évidemment en grande partie des pertes d'air, et de l'espace nuisible de la machine à pistons; l'air arrive aux cylindres de la machine, par deux puits verticaux, dont les sections horizontales ont une surface totale de 3,05 mètres carrés; ainsi, la vitesse de l'air ascendant dans ces puits, est de $2^{m},628$ par seconde. Enfin, l'excès de la pression atmosphérique extérieure, sur la pression de l'air en mouvement dans la galerie souterraine, qui conduit l'air, des puits, au-dessous des cylindres de la machine aspirante, est mesuré par une colonne d'eau distillée de 6,25 à 9 centimètres de hauteur, moyennement, 7,675 centimètres.

En rapprochant les nombres ci-dessus, on voit que le volume d'air extrait est de $8^{m.c.},016$ par se-

conde, et la vitesse de l'air montant par les puits, de $2^m,628$. La compression que la machine doit faire subir à l'air sortant, pour le rejeter dans l'atmosphère, est mesurée par une colonne d'eau de 7,675 centimètres.

Voici, par opposition, les résultats des observations, que j'ai recueillies sur la machine soufflante du haut fourneau du Tronçais (Allier), marchant au charbon de bois. La machine se compose de deux caisses carrées en bois, dont les pistons sont mis en mouvement, par une roue hydraulique. L'air foulé par les pistons est lancé dans le fourneau, par deux petites buses circulaires, dont le diamètre est de $0^m,0556$. Les pistons, lorsque j'ai visité la forge, faisaient chacun 12 excursions par minute. Je n'avais point de manomètre à ma disposition; le volume d'air fourni par cette machine, calculé d'après les dimensions des caisses et l'excursion des pistons, est de 0,29815 mètre cube par seconde.

La vitesse de projection que l'on obtient, en divisant le volume ci-dessus, par la somme des aires des orifices des buses, est de $61^m,45$ par seconde.

Enfin l'excès de la pression de l'air, dans l'intérieur des caisses, pendant le refoulement, sur la pression extérieure de l'atmosphère, conclu de la vitesse de projection ci-dessus, sans avoir égard aux frottements, doit être mesuré par une colonne de mercure, d'environ 1,92 centimètre, équivalente à une colonne d'eau de 26 centimètres.

Ces nombres ne sont qu'approchés, à cause des pertes d'air, dont nous n'avons pu tenir compte; ils suffisent néanmoins pour faire ressortir les différences indiquées.

Dans les machines soufflantes des hauts fourneaux alimentés avec du coke, un manomètre à mercure, placé près des tuyères, accuse fréquemment un excès de pression intérieure, de 10 à 11 centimètres de mercure, équivalente à $1^m,36$ ou $1^m,50$ en colonne d'eau. La vitesse de projection de l'air, par les buses, est donc encore beaucoup plus considérable, qu'elle ne l'est au fourneau du Tronçais.

Il résulte des faits ci-dessus relatés, que les machines à pistons, habituellement employées dans les usines, doivent donner lieu, quand on les applique à l'aérage des mines, à une perte du travail moteur, qui est, dans tous les cas, une partie très-considérable du travail, employé pour mettre les machines en mouvement, et qui peut égaler, ou même surpasser le travail utilisé. En effet, l'air, à son entrée dans les cylindres des machines à pistons, et à sa sortie des mêmes cylindres, doit traverser des orifices munis de soupapes, et prendre, dans ces passages, des vitesses très-supérieures à celle qu'il possède, ou qu'il doit conserver, dans les galeries qui communiquent aux cylindres. Ces vitesses, qui sont à peu près entièrement perdues pour l'effet que l'on veut produire, ne peuvent avoir lieu sans une différence de pression, entre l'air contenu dans les cylindres et l'air extérieur, laquelle augmente la force nécessaire pour mouvoir les pistons; dans le cas de l'aérage des mines, cette différence de pression, nécessaire pour faire passer l'air à travers les ouvertures garnies de soupapes, sera presque toujours égale, sinon supérieure à l'excès de pression nécessaire pour produire le résultat que l'on veut atteindre, c'est-à-dire, pour faire entrer l'air

atmosphérique, préalablement comprimé, dans les galeries souterraines, ou pour rejeter dans l'atmosphère l'air extrait des galeries, et qui aura été aussi préalablement comprimé. La suite de nos observations sur la machine de la houillère de l'Espérance justifie complétement ces assertions.

Nous avons déjà dit qu'un manomètre à eau distillée, inséré en un point du conduit souterrain, qui amène l'air aspiré au-dessous des cylindres de cette machine, a accusé un excès de pression de l'air atmosphérique, sur l'air en mouvement, de 7, 675 centimètres en moyenne.

Nous avons inséré des manomètres à eau sur les deux cylindres, dans lesquels se meuvent les pistons. Chacun de ces manomètres a indiqué l'excès de pression de l'atmosphère, sur l'air entrant dans la cuve, pendant la levée du piston, c'est-à-dire pendant l'aspiration, et ensuite l'excès de la pression de l'air intérieur, sur la pression atmosphérique, pendant la descente du piston, c'est-à-dire pendant que l'air est expulsé du cylindre, et rejeté dans l'atmosphère. Eh bien! le manomètre adapté à l'un des cylindres a fourni les résultats suivants.

Pendant l'aspiration, l'excès moyen de la pression atmosphérique, sur l'air intérieur, a été moyennement mesuré, par une colonne d'eau de 115 millimètres de hauteur.

Pendant l'abaissement du piston, l'excès de la pression intérieure, sur la pression atmosphérique, a soutenu, moyennement, une colonne d'eau de 33 millimètres, dans le manomètre.

Quant au second cylindre, la dénivellation de l'eau, dans les deux branches du manomètre, a été, moyennement, de 150 millimètres, pendant

l'aspiration, et de 30 millimètres, pendant que l'air était rejeté dans l'atmosphère. (La grande différence entre les résultats observés, sur les deux cylindres, qui d'ailleurs sont en tout semblables, tient à une fuite d'air très-sensible, qui avait lieu entre le contour du piston, et les parois du premier cylindre.) Il résulte de ces observations que l'air, aspiré et rejeté dans l'atmosphère par la machine de l'Espérance, a été moyennement comprimé dans la machine, depuis une pression inférieure à celle de l'atmosphère, de 132 $\frac{1}{7}$ millimètres d'eau, jusques à une pression supérieure à celle de l'atmosphère de 31 $\frac{1}{7}$ millimètres d'eau, c'est-à-dire que la compression, exercée par la machine, est mesurée par une colonne d'eau de 164 millimètres. Cependant la pression de l'air arrivant à la machine, n'étant inférieure à celle de l'atmosphère, dans laquelle il doit être rejeté, que de 7,675 centimètres d'eau, il suffirait d'augmenter la pression de l'air arrivant, de cette dernière quantité, pour obtenir le résultat réalisé, par la machine à pistons de l'Espérance. Celle-ci commence par produire une raréfaction de l'air, indispensable pour qu'il traverse les orifices, garnis de soupapes, ménagés dans les fonds des cylindres. Puis elle comprime l'air entré dans les cylindres, au delà de la pression atmosphérique, afin qu'il sorte par les ouvertures garnies de soupapes, ménagées dans les pistons. La compression totale ainsi exercée par les pistons de la machine, sur l'air préalablement raréfié, est un peu plus du double de la compression, strictement voulue pour l'effet à obtenir. Il en résulte que le double passage de l'air à travers des orifices garnis de soupapes, occasionne à lui

seul une dépense de travail moteur, un peu supérieure à l'effet utile, et cela, indépendamment de toutes les autres résistances passives, inhérentes au jeu de la machine à pistons, et de la machine à vapeur, qui la met en mouvement.

Cependant les ouvertures, ménagées dans les fonds des cylindres, et dans les pistons, sont grandes et multipliées, et la vitesse des pistons est très-modérée. Il y a en effet 16 grandes ouvertures dans chaque fond, et dans chacun des pistons, dont la section est un cercle de $3^m,48$ de diamètre. La course des pistons est de $2^m,05$; chacun d'eux fait 14 excursions complètes (montée et descente) dans une minute, ce qui donne une vitesse des pistons inférieure à 1 mètre par seconde.

La machine à vapeur motrice est estimée avoir 25 chevaux de force. La pression de la vapeur dans la chaudière, les dimensions et la vitesse du piston, la quantité de combustible qu'elle brûle journellement, correspondent en effet à cette donnée. Or, l'effet utile de la machine consiste réellement dans la compression du volume d'air extrait, savoir $8^{m.c.},016$ par seconde, depuis la pression que cet air possède dans la galerie, jusqu'à la pression atmosphérique extérieure, qui surpasse la première de 7,675 centimètres d'eau. Ces deux pressions étaient respectivement mesurées, le jour de l'observation, par des colonnes de mercure de $0^m,7534$ et $0^m,7590$. Le volume de $8^{m.c.},016$ se rapporte d'ailleurs à une pression de $0^m,7492$ de mercure. Le travail utile est donc, suivant les principes connus de mécanique, exprimé par le produit :

$$8{,}016 \times 0{,}7492 \times 13598 \times \text{log. hyp.} \frac{7590}{7534} = 603{,}60 \text{ kilog.} \times \text{m.}$$

Ce nombre correspond à une force de 8,05 chevaux-vapeur, qui est moins du tiers de la force nominale, et effective de la machine motrice.

Le travail utile est une fraction plus petite encore du travail moteur dépensé, dans les machines aspirantes à pistons, établies sur les houillères de *Sacré-Madame*, et du *Monceau-Fontaine*, près de Charleroy. D'après mes observations, la première aspire et rejette dans l'atmosphère 3,83, et la seconde 6 mètres cubes par seconde. (Ces nombres sont trop forts d'au moins $\frac{1}{10}$; car ils correspondent au volume engendré par les excursions des pistons.) Dans les deux mines, j'ai mesuré, avec un manomètre à eau, l'excès de la pression atmosphérique sur la pression de l'air, qui arrive sous les cylindres; cet excès a été moyennement mesuré, par une colonne d'eau de 5 centimètres de hauteur. Les machines à vapeur ayant respectivement la force de 10 et 20 chevaux, il en résulte que le rapport du travail utile au travail moteur, est de 1 à 4 environ, pour la machine de Sacré-Madame, et de 1 à 5 seulement pour celle du Monceau-Fontaine.

Un déchet aussi énorme ne doit pas être attribué à une mauvaise construction des machines, dont on vient de parler; elles sont au contraire bien établies. Il est inhérent au système des machines à pistons, qui est radicalement vicieux, pour le genre d'effet, que doivent produire les appareils destinés à l'aérage. Il faut en effet, que ces sortes de machines n'impriment pas à l'air une vitesse inutile, et ne le compriment point au delà du degré nécessaire, pour le rejeter dans l'atmo-

sphère ; si la machine est aspirante, où pour l'introduire dans la mine, dans le cas contraire.

34. Le ventilateur, à force centrifuge, a été fréquemment employé, pour aérer des lieux d'habitation, des salles de réunion, des hôpitaux, etc. En Allemagne, on s'en sert aussi très-souvent pour aérer des mines, ou plutôt des bouts de galerie d'une longueur médiocre ; on l'a employé tantôt comme machine soufflante, tantôt comme machine aspirante. Cette machine, dont on trouve la description dans plusieurs ouvrages français et étrangers (*Physique* de Désaguliers; Dubuat, *Principes d'Hydraulique et de Pyrodynamique ;* Aloys Wehrle, *die Grubenwetter*, Vienne, 1835, p. 63 et 58), permet en effet de déplacer de grandes masses d'air, en les comprimant fort peu ; mais elle a encore l'inconvénient d'imprimer à l'air une grande vitesse, tout à fait inutile ; d'ailleurs, l'air à son entrée, dans la machine, est frappé par les ailes, ce qui donne lieu à une résistance considérable. Le ventilateur à ailes courbes, représenté par les figures de la *Pl. V*, échappe aussi bien que possible à ces inconvénients, et nous paraît réunir toutes les conditions voulues, pour une machine d'aérage ; les frais de premier établissement et d'entretien, sont d'ailleurs beaucoup moindres, que ceux qu'exigent les immenses machines à pistons, que l'on a établies en Belgique depuis quelques années.

Le ventilateur (*Pl. V*) doit être placé sur le puits, par lequel sort le courant d'air, qui a circulé dans les excavations souterraines. Ce puits est fermé par une voûte, ou un plancher très-solide, imperméable à l'air; au milieu de la voûte, ou du plancher, est ménagée une ou-

verture circulaire, évasée du côté du puits, comme l'indique la *fig.* 3, au-dessus de laquelle est établi le ventilateur, qui tourne autour d'un axe vertical A en fer forgé. Cet axe est supporté inférieurement par une crapaudine E qui peut, être un peu élevée, ou abaissée, au moyen d'une vis V, tournant dans un écrou, surmonté d'une partie cylindrique, où est logée la crapaudine. L'écrou est lui-même fixé à une traverse en bois TT' (*fig.* 3), reposant sur les parois du puits. U représente un plancher étroit placé plus bas, sur lequel peut venir l'ouvrier, qui tournera la vis V. On arrive sur le plancher U, par un petit puits, ou une galerie latérale, qui doit être tenue hermétiquement fermée, par une double ou triple porte, ou trappe, ouvrant de dedans en dehors; l'axe vertical est maintenu, à sa partie supérieure, par une charpente simple, composée de deux montants verticaux M, M', et d'un chapeau horizontal KK', avec arcs-boutants. Un système de poulies P, destinées à recevoir la courroie qui transmettra le mouvement, est monté sur cet axe. GG, dans la *fig.* 3, représente une pièce en fonte, ou en bois, boulonnée sur la plate-forme de la voûte ou du plancher, par une bride annulaire.

Le ventilateur se compose de plusieurs ailes courbes, comprises entre deux disques; l'un DD', le disque supérieur, a, sur sa face interne, la forme d'une surface de révolution. Il est invariablement attaché à l'axe mobile; les ailes courbes sont attachées à ce disque, qui peut être en bois, en fonte, ou en tôle. J'ai supposé qu'il était en bois. Le disque inférieur, percé d'une ouverture centrale, est suspendu aux ailes. Ce deuxième disque est plan, et tourne devant le bord recourbé de la pièce évasée GG.

Les ailes courbes, au nombre de 12, sont en tôle, et courbées suivant des portions de surfaces cylindriques, à base circulaire (*fig.* 1), qui coupent la circonférence de l'ouverture centrale du disque plan, sous un angle déterminé, qui est de 19° ½ environ, et sont tangentes à la circonférence décrite par leur extrémité la plus éloignée de l'axe, dans le mouvement imprimé au ventilateur, circonférence dont le rayon est de $0^m,83$. L'air arrivant dans le ventilateur est forcé de s'étaler en une nappe composée de filets, qui coupent la circonférence de l'ouverture centrale, sous un angle déterminé par de nombreuses cloisons *c*, *c*, *c*, etc. (*fig.* 1); ces cloisons, dont quatre se prolongent jusque tout près de l'axe, sont des feuilles de tôle, fixées, par leurs bords, à l'intérieur de la gorge G G (*fig.* 3), et s'élevant jusque tout près de la surface interne du disque supérieur, sans cependant le toucher. Les cloisons qui se prolongent jusque tout près de l'axe, ont la forme d'une surface cylindrique, terminée, du côté du ventilateur, par une surface plane; les autres sont de petites feuilles planes, semblables aux liteaux d'une jalousie, et qui coupent la surface cylindrique, à laquelle se termine le rebord de la gorge G G (*fig.* 3), suivant un angle, qui est le même pour toutes, et égal à 36°. Quelques-unes de ces cloisons se prolongent au delà de la partie plane, par une partie cylindrique, de même rayon que celui des cloisons, qui se prolongent, jusque tout près de l'axe. Celles-ci sont consolidées par un anneau *o o* (*fig.* 1 et 3).

Des douze ailes courbes du ventilateur, quatre seulement sont entières; les huit autres, distribuées entre les premières, sont interrompues,

pour éviter les frottements; mais nous les supposerons d'abord continues, dans l'explication qui va suivre. On a représenté, en lignes ponctuées, dans la *fig.* 1, la partie supprimée de deux ailes.

On imprime au ventilateur un mouvement de rotation rapide, dans le sens indiqué par la flèche ZW (*fig.* 1).

Il y a aspiration de l'air, et pour éviter que l'air atmosphérique ambiant ne soit aspiré, en même temps que celui du puits, par le jeu, qui existe nécessairement, entre les bords de la gorge fixe GG, et le disque plan mobile attaché aux ailes, on peut employer la disposition indiquée *fig.* 3. ff, $f'f'$ représente une sorte de gouttière annulaire, formée par deux parois cylindriques, ayant pour axe commun l'axe de la machine. Cette gouttière est fixée sur la voûte, ou sur les brides de la gorge GG. Elle est à demi remplie d'un liquide. Une surface cylindrique ll' (*fig.* 2 et 3), fixée sous le disque plan du ventilateur, et mobile par conséquent avec lui, descend tout près du fond de la gouttière, et tourne dans l'intérieur de celle-ci, sans frotter. Quand le ventilateur fonctionne, il y a dénivellation du liquide, contenu dans la gouttière, qui s'élève entre la surface mobile ll' et la paroi interne, et s'abaisse de l'autre côté. Il suffit de donner aux parois une hauteur suffisante, pour que le liquide ne se verse pas, en débordant par-dessus.

Les intervalles compris entre les ailes courbes de l'appareil, et les deux disques auxquels elles sont attachées, forment autant de canaux, qui sont emportés par le mouvement de rotation autour de l'axe, imprimé par une force extérieure. Si ces canaux étaient bouchés à leur extrémité la plus

éloignée de l'axe, la pression de l'air, qui les remplit, irait en augmentant du centre à la circonférence, de telle sorte qu'en désignant par p' et p les pressions respectives sur l'ouverture des canaux mobiles, et à l'extrémité fermée de ces canaux, à des distances de l'axe désignées respectivement par r_0 et r_1, par w la vitesse angulaire imprimée au système, par g la gravité, par q' le poids du mètre cube d'air, sous la pression p', on aurait la relation :

$$w^2 \,(r_1^2 - r_0^2) = 2g \frac{p'}{q'} \text{ log. hyp. } \frac{p}{p'}. \qquad (m)$$

Lorsque le rapport $\frac{p}{p'}$ diffère peu de l'unité, on peut prendre pour la valeur du logarithme hyperbolique, le premier terme de son développement, en série, savoir : $\frac{p-p'}{p'}$, et l'équation (m) devient alors :

$$w^2 \,(r_1^2 - r_0^2) = 2g \frac{p-p'}{q'}.$$

Si les pressions p et p' sont mesurées par des colonnes d'un liquide manométrique, respectivement représentées par h_1 et h', et que π désigne le poids spécifique du liquide manométrique, on aura : $\frac{p-p'}{q'} = \frac{\pi}{q'}\,(h_1 - h')$, et par conséquent :

$$\frac{\pi}{q'}(h_1 - h') = \frac{w^2}{2g}(r_1^2 - r_0^2).$$

$\frac{\pi}{q'}(h_1 - h')$ exprime la hauteur verticale d'une colonne fluide, ayant pour base l'unité superficielle, dont la densité uniforme serait égale à q', et qui exercerait sur sa base une pression égale

à $p-p'$. C'est donc une expression analogue à ce que nous avons désigné, dans le § 15, chap. II, par hauteur génératrice du mouvement.

Si maintenant on conçoit que le pourtour de la machine soit percé d'une ouverture, l'air comprimé s'écoulera, par cette ouverture, dans l'atmosphère ambiante, si la pression de l'air intérieur l'emporte sur la pression extérieure, et la hauteur génératrice du mouvement de l'air sortant sera : $\frac{\pi}{q'}(h_1-h)$, en désignant par h la pression atmosphérique extérieure, mesurée en colonne du liquide manométrique de densité π, et en supposant d'ailleurs que le rapport de la pression p à la pression atmosphérique excède peu l'unité. Or, puisque l'on a :

$$\frac{\pi}{q'}(h_1-h')=\frac{w^2}{2g}(r_1^2-r_0^2),$$

on en conclut :

$$\frac{\pi}{q'}(h_1-h)=\frac{\pi}{q'}(h'-h)+\frac{w^2}{2g}(r_1^2-r_0^2). \qquad (n)$$

Si la machine ne recevait aucun mouvement de rotation, la pression de l'air serait partout uniforme, dans son intérieur, et mesurée par une colonne de liquide manométrique de hauteur h'. La hauteur génératrice de la vitesse d'écoulement dans l'atmosphère, serait donc simplement : $\frac{\pi}{q'}(h'-h)$. L'équation (n) fait voir que le mouvement de rotation, imprimé à la machine, a pour effet d'augmenter la hauteur génératrice de la vitesse d'écoulement, d'une quantité égale à : $\frac{w^2}{2g}(r_1^2-r_0^2)$.

Il en résulte que l'écoulement, dans l'atmosphère, par une ouverture pratiquée sur le pourtour de la machine, pourrait avoir lieu, quand bien même la pression p', mesurée par la colonne liquide h', serait inférieure à la pression atmosphérique, mesurée par la pression h.

Il suffirait que l'on eût :

$$\frac{w^2}{2g}(r_1^2 - r_0^2) > \frac{\pi}{q}(h - h').$$

Lorsque maintenant les canaux sont entièrement ouverts, on conçoit qu'il pourra s'établir, dans ces canaux, un courant continu, allant du centre à la circonférence, de façon que la machine verse, dans l'atmosphère, l'air que les canaux puiseront, par leurs extrémités les plus rapprochées de l'axe, dans une capacité, où la pression pourra être moindre que la pression atmosphérique. L'analyse démontre, en effet, qu'il doit s'établir un courant semblable, et que l'équation du mouvement de l'air, dans le canal mobile, est la même que celle du mouvement de l'air, dans un canal fixe, avec cette différence que la hauteur *motrice* est augmentée de $\frac{w^2}{2g}(r_1^2 - r_0^2)$. Ainsi, Q désignant le volume d'air, qui s'écoule dans l'atmosphère dans l'unité de temps; a et A les orifices respectifs, par lesquels l'air sort du canal, et y entre, on a, en négligeant les frottements :

$$Q = \sqrt{\frac{w^2(r_1^2 - r_0^2) - 2g\frac{\pi}{q}(h - h')}{\frac{1}{a^2} - \frac{1}{A^2}}}$$

Si de plus on désigne par u_0 et u_1 les vitesses

respectives de l'air, dans le canal, à son entrée, et à sa sortie; on aura : $u_0 = \frac{Q}{A}$, $u_1 = \frac{Q}{a}$, et l'équation précédente pourra se mettre sous la forme :

$$u_1^2 - u_0^2 = w^2(r_1^2 - r_0^2) - 2g\frac{\pi}{q'}(h - h').$$

C'est cette équation, dont nous nous servirons, dans le paragraphe suivant; seulement nous y remplacerons $\frac{\pi}{q'}(h-h')$, par h_1-h', h_1 et h' désignant, dans ce paragraphe, les hauteurs des colonnes d'air, dont le poids serait équivalent à celui des colonnes du liquide manométrique.

Ce qui précède explique l'influence du mouvement de rotation sur la circulation de l'air, dans l'intérieur des canaux mobiles; mais il est encore nécessaire d'avoir égard, dans l'établissement du ventilateur, à la manière dont l'air passe, de l'ouverture centrale, dans les canaux mobiles.

Or, la vitesse totale que l'air possède, en entrant dans les canaux courbes du ventilateur, est évidemment la résultante de la vitesse u_0, avec laquelle il commence à couler dans le canal, et de la vitesse que reçoit l'origine de ce canal, en tournant autour de l'axe fixe; cette dernière est dirigée suivant la tangente at, à la circonférence de rayon r_0, et égale à wr_0. La vitesse u_0 est suivant la tangente ab à l'origine de l'aile. D'ailleurs, les cloisons fixes c, c, c, etc., attachées à l'intérieur de la gorge GG, etc., déterminent la direction de la vitesse de l'air arrivant dans le ventilateur. Il faut donc, pour éviter que les ailes frappent l'air inutilement, que ces cloisons soient établies sui-

vant la direction de la résultante des vitesses u_0 et wr_0.

La grandeur de la vitesse totale de l'air entrant, que j'appellerai v, est celle due à l'excès de la pression qui a lieu, dans l'intérieur de la capacité où la machine puise l'air, sur la pression, qui s'établit, dans l'air en mouvement, à l'entrée du ventilateur, ce qui donne une relation entre cette vitesse et cet excès de pression.

Enfin, une dernière relation résulte de ce que, lorsque le mouvement de la machine est uniforme, l'air prend dans son intérieur une vitesse *permanente*, et que des quantités d'air égales en poids, entrent, par conséquent, dans les canaux courbes, et en sortent, dans des temps égaux. Or, à cause que les différences de pression et de densité, dans les divers points de la masse d'air en mouvement, sont de petites fractions de la densité et de la pression, qui ont lieu en un point quelconque, il s'ensuit qu'à des poids égaux d'air, correspondent des volumes sensiblement égaux.

Les conditions, énumérées ci-dessus, fournissent des relations nécessaires, entre les diverses dimensions de l'appareil, le volume de l'air qu'il doit aspirer, la vitesse de rotation qu'il doit recevoir, et les pressions, dans l'intérieur de la capacité où il aspire l'air, et dans l'atmosphère. De ces relations, exprimées algébriquement, se déduisent les règles d'établissement du ventilateur, ainsi qu'il suit.

35. Le ventilateur (*Pl. V*) est projeté pour remplacer la machine à pistons de la houillère de l'Espérance, c'est-à-dire, pour extraire, et rejeter dans l'atmosphère, 8 mètres cubes d'air par seconde, à la température de 16°, lorsque l'excès de

la pression atmosphérique, sur l'air intérieur, est mesuré par une colonne d'eau distillée à 16°, de $0^m,07675$ de hauteur.

Voici comment les dimensions de la machine ont été déterminées.

Comme la compression que l'air éprouve, par le jeu de la machine, est une très-petite fraction de la pression extérieure, il est permis, sans erreur nuisible, d'assimiler le mouvement de l'air dans la machine, à celui d'un fluide incompressible, et de faire abstraction des faibles variations de densité, qui accompagnent les variations de pression. Dans cette hypothèse, si l'on désigne par v la vitesse absolue avec laquelle l'air est versé par les canaux courbes, formés par les cloisons fixes, dans les canaux mobiles, formés par les ailes du ventilateur; h_0 la hauteur d'une colonne d'air, supposée incompressible, équivalente à la pression de l'air intérieur de la mine; h' la hauteur d'une colonne d'air, mesurant la pression, qui a lieu, dans l'air animé de la vitesse v, au passage des canaux fixes, dans les canaux mobiles; par g, la gravité : la vitesse v satisfera à l'équation :

$$v^2 = 2g(h_0 - h'). \qquad (1)$$

Si l'on désigne maintenant par u_1, u_0 les vitesses relatives de l'air, qui ont lieu, respectivement, à sa sortie des canaux mobiles, et à son entrée dans ces mêmes canaux; par w la vitesse angulaire imprimée au ventilateur; par r_1 et r_0 les distances à l'axe fixe des orifices d'écoulement, et d'entrée de l'air, dans les canaux mobiles; par h_1 la hauteur d'une colonne d'air, équivalente à la pression atmosphérique; enfin si l'on admet que les ailes mobiles et les cloisons fixes, sont courbées de ma-

nière à ce qu'il n'y ait aucun changement de vitesse, ni de pression, au passage de l'air, dans les canaux mobiles du ventilateur, les principes de la mécanique fournissent l'équation § 34 :

$$u_1^2 - u_0^2 = w^2 (r_1^2 - r_0^2) - 2g(h_1 - h'_1). \qquad (2)$$

(On néglige l'influence du frottement de l'air dans les canaux mobiles.)

L'hypothèse admise qu'il n'y a aucune variation de vitesse, ni de pression, à l'entrée de l'air dans les canaux mobiles, exige que la vitesse v soit la résultante de la vitesse relative u_0, dirigée suivant la tangente à l'origine de l'aile mobile, et de la vitesse wr_0, imprimée à l'origine du canal mobile, dans le sens de la tangente, à la circonférence de rayon r_0. Cette condition fournit, en désignant par 6, l'angle que la direction de la vitesse v, c'est-à-dire des cloisons fixes, forme avec la tangente à la circonférence de rayon r_0.

$$u_0^2 = v^2 + w^2 r_0^2 - 2vwr_0 \cos. 6. \qquad (3)$$

Enfin, des masses d'air égales, ou des volumes d'air égaux, puisque nous négligeons les variations de densité, doivent être versés, pendant l'unité de temps, par les canaux fixes dans le ventilateur, et par les canaux mobiles du ventilateur, dans l'atmosphère. Si donc on désigne par A et A_1, les aires respectives des orifices d'écoulement des canaux fixes et des canaux mobiles, on doit avoir l'équation :

$$Av = A_1 u_1. \qquad (4)$$

Ces quatre équations serviront à déterminer les dimensions et la vitesse angulaire du ventilateur, lorsqu'on y aura substitué les données de la question particulière, aux signes algébriques qui

les représentent. Or, ces données sont les suivantes :

Le volume d'air rejeté dans l'atmosphère est de 8 mètres cubes par seconde. Ce volume est exprimé par le produit $A_1 u_1 = Av$. On a donc d'abord : $Av = A_1 u_1 = 8$.

D'une autre part, l'excès de la pression atmosphérique sur la pression extérieure, est mesuré par une colonne d'eau distillée à 16°, de 0m,07675 de hauteur.

Dans les équations générales, ce même excès de pression est exprimé en hauteur d'air supposé incompressible, et sous la pression atmosphérique par la différence $h_1 - h_0$. La valeur numérique de $h_1 - h_0$ à substituer, dans les équations générales, est donc, en appelant π le poids du mètre cube d'eau distillée à 16°, et q le poids du mètre cube d'air rejeté dans l'atmosphère :

$$\frac{\pi}{q} \times 0,07675,$$

d'après les notions du § 11 on a : $\pi = 999^{\text{kil.}},092$.

Pour obtenir q, j'observe que l'air, sortant de la mine, est certainement saturé de vapeur d'eau. Or, la tension de la vapeur d'eau, à 16 degrés, et à son maximum de densité, calculée par la formule de M. Biot (Note du § 14), est de 13 millimètres de mercure. Supposant que la pression atmosphérique soit de 0m,75 de mercure, on aura, § 14,

$$q = \frac{\left(0,625 \times \frac{0,013}{0,75} + \frac{0,737}{0,75}\right) 1,2988 \times 0,75}{1 + 0,00375 \times 16} = 1^{\text{kil.}},2012.$$

et en définitive :

$$h_1 - h_0 = \frac{\pi}{q} \times 0,07675 = \frac{999,892}{1,2012} \times 0,07675 = 63^{\text{m}},83.$$

C'est à cela que se réduisent les données de la question.

Si l'on ajoute membre à membre les équations (1), (2) et (3), il vient, en supprimant les termes qui se détruisent :

$$u_1^2 = w^2 r_1^2 - 2vwr_0 \cos.\beta - 2g(h_1 - h_0). \quad (a)$$

pour l'économie de la force motrice, il est nécessaire que l'air soit rejeté dans l'atmosphère avec une vitesse absolue nulle, ou la plus faible possible. C'est pour cela que les ailes sont recourbées, de manière à être tangentes à la circonférence extérieure du ventilateur, en sens inverse du mouvement de rotation, afin que la vitesse wr_1 et la vitesse u_1 soient directement opposées, autant que possible. Si ces vitesses opposées sont égales, la vitesse absolue qui est leur résultante sera nulle. On est donc conduit à se donner la condition $u_1 = wr_1$, laquelle introduite dans l'équation (a), fournit la relation :

$$vwr_0 \cos.\beta = -g(h_1 - h_0) = -9{,}8088 \times 63{,}83 = -626{,}09. \quad (b)$$

de cette relation, il résulte que l'angle β doit être obtus, pour que son cosinus soit négatif. On peut, d'ailleurs, le prendre arbitrairement. Je l'ai pris égal à 144° sexagésimaux, c'est-à-dire que les plans tangents aux extrémités des cloisons cylindriques courbes, fixées dans l'ouverture centrale du ventilateur, coupent la surface cylindrique de rayon r_0, sous un angle obtus de 144°, ou aigu de 36°, ce dernier étant compté en sens inverse du mouvement de rotation.

L'angle β étant ainsi choisi, il semble qu'on peut encore prendre arbitrairement deux des quantités v, w, et r_0, pour conclure la troisième

de l'équation (b). Le problème est, en effet, indéterminé : mais il ne l'est pas complétement. Car pour qu'on soit sûr que les équations (1), (2), (3) et (4) représentent le mouvement de l'air, dans la machine, il faut que la vitesse u_1 d'écoulement de l'air, hors des canaux mobiles, soit plus grande que la vitesse d'entrée u_0, dans ces canaux, ou tout au moins égale à cette dernière. Il faut aussi que la surface du cercle de rayon r_0 soit plus grande que l'aire A, de la somme des orifices des canaux fixes. Ces conditions doivent être vérifiées *à posteriori*. Du reste, avec un peu d'habitude, on arrive, presque sans tâtonnement, à choisir tout d'abord des valeurs convenables par les indéterminées. Il est commode, en général, que la vitesse v de l'air et la vitesse de rotation wr, imprimée aux origines des ailes, soient à peu près égales. Alors les profils des ailes coupent les tangentes à la circonférence de rayon r_0 sous un angle, à peu près égal à la moitié de δ. Nous avons pris, dans la machine *Pl. V*,

$$v = 30^{m}.$$

Il en résulte :

$$wr_0 = -\frac{626,00}{30 \times \cos. 144^{\circ}} = \frac{626,00}{30 \cos. 36^{\circ}} = 25^{m.},796.$$

Nous avons pris ensuite : $r_0 = 0^{m},40$; d'où : $w = 64^{m},49$.

Cette valeur satisfait à la condition que la surface du cercle de rayon r_0, qui est de $0^{m.ca.},5027$, soit plus grande que l'aire A. Car de l'équation (4) on tire, par la substitution de la valeur de v,

$$A = \frac{30}{8} = 0^{m.\,c.},2667.$$

L'équation (3) donne, moyennant la substitu-

tion des valeurs ci-dessus de v et $wr_1 \cos. \delta$:

$$u_0=\sqrt{900+25,796^2+2\times 626,09}=53^{m},08.$$

Comme u_1 doit être plus grand que u_0, et que, d'ailleurs, on doit avoir $u_1=wr_1$, il faut choisir le rayon r_1 suffisamment grand pour que wr_1 ou $64,49\times r_1$ soit au moins égal à 53,08. Il suffit pour cela de prendre $r_1=0^m,83$. On a alors:

$$u_1=wr_1=53^m,53.$$

De là on conclut ensuite, par l'équation (4),

$$A_1=\frac{8}{53,53}=0^{m.car},14945$$

De l'équation (1), on tire ensuite:

$$h_0-h'=\frac{v^2}{2g}=\frac{900}{19,6176}=45^m,877.$$

Comme d'ailleurs $h_1-h_0=63,83$, on en conclut que l'excès de la pression de l'air atmosphérique, sur l'air entrant dans les canaux courbes du ventilateur, est égal à $63,83+45,877=109^m,707$, en colonne d'air, ce qui équivaut à une colonne d'eau distillée à 16 degrés, de 132 millimètres.

Les valeurs précédemment déterminées des quantités v, u_0, u_1, w, H, satisfont évidemment aux équations (1), (2), (3) et (4), ainsi qu'à l'équation de condition $u_1=wr_1$, en même temps que les valeurs aussi déterminées des quantités: r_0, r_1, δ, A_1, A; ces valeurs, étant mises dans les équations, donnent aussi $Av=A_1u_1=8$, et $h_1-h_0=63,83$. Or, les valeurs r_0, r_1, δ, A, A_1, réunies à la double condition que les ailes soient, à leur bord intérieur, tangentes à la direction de la vitesse relative u_0, et à leur bord extérieur, tangentes à la circonférence de rayon r_1, détermi-

nent complétement toutes les dimensions du ventilateur, et la valeur de la vitesse angulaire w donne le nombre de tours que devra faire la machine, dans une seconde, pour produire l'effet désiré. Voici comment on fait le tracé de la machine.

Après avoir décrit (*fig.* 1, *Pl. V*) deux circonférences concentriques, dont les rayons respectifs soient $0^m,40 = r_0$, et $0^m,88 = r_1$, de longueur, je détermine d'abord la section horizontale d'une des ailes courbes. Ce sera une surface cylindrique, ayant pour base un arc de cercle, tangent à la circonférence de rayon r_1, et qui coupe la circonférence intérieure de rayon r_0, sous un angle déterminé par la construction graphique suivante. On mène la ligne ab inclinée de 36° sur la tangente à la circonférence de rayon r_0. Sur cette ligne on porte une longueur am, proportionnelle à la vitesse $v = 30^m$. Sur la tangente at on porte une longueur an, proportionnelle à la vitesse de rotation $wr_0 = 25^m,796$. La diagonale aq, du parallélogramme construit sur ces deux lignes sera la tangente au premier élément de l'aile, parce que cette diagonale représente, en grandeur et en direction, la vitesse relative u_0 de l'air entrant. Le calcul donne pour la valeur de l'angle, compris entre la diagonale, et la tangente à la circonférence de rayon r_0, 19° 24′ 10″. Le profil de l'aile est donc un arc de cercle tangent, à la circonférence extérieure de $0^m,83$ de rayon, et coupant la circonférence intérieure, sous l'angle ci-dessus. Une construction graphique très-simple donnera le centre de cet arc de cercle, dont la position peut être aussi déterminée, par des calculs de trigonométrie.

1° Construction graphique. Menez par le point

a, une ligne ad, normale à la direction de la vitesse u_0, forment, par conséquent, avec le rayon Aa, un angle de 19° 24′ 10″. Portez sur cette ligne, à partir du point a, une longueur ap, égale au rayon extérieur 0^m,83. Joignez Ap; menez aa'' parallèle à Ap; cette parallèle coupera la circonférence de rayon r, au point a''; joignez Aa''; le point i sera le centre d'un arc de cercle, qui, ayant pour rayon $ia = ia''$, touchera la circonférence extérieure au point a'', et la ligne aq au point a.

2° De cette construction graphique, assez simple, pour que nous puissions omettre la démonstration, à laquelle le lecteur suppléera facilement, on déduit par des résolutions de triangles, les longueurs du rayon Ai de la circonférence, qui contient les centres des ailes courbes, et ensuite, par une simple soustraction, la longueur du rayon ia'' de ces ailes. On a, en effet, dans le triangle Aap,

$$Ap^2 = 0{,}83^2 + 0{,}40^2 - 2\times0{,}40\times0{,}83 \times \cos.\ 19°\,24'\,10'';$$

d'où Ap = 0^m,4758.

Le même triangle Aap donne ensuite :

$$\text{Sin.}\,Apa = \frac{0{,}40 \times \sin.\ 19°\,24'\,10''}{0{,}4758};$$

d'où l'angle p = 16° 13′ 4″.

D'un autre côté, le triangle isoscèle Aip donne :

$$Ai = \frac{1}{2}\,\frac{0{,}4758}{\cos.\ 16°\,13'\,4''} = 0^m{,}24775.$$

Le rayon de courbure des ailes :

$$= 0{,}83 - 0{,}24775 = 0^m{,}58225.$$

Pour satisfaire aux conditions A = 0$^{m.\,c.}$,2667

et $A_{,}$ = 0m. c.,14945, on disposera de la hauteur des ailes, dans le sens parallèle à l'axe, à leurs deux extrémités, et du nombre des ailes.

D'abord, en négligeant l'épaisseur des ailes, la somme A des aires des orifices d'écoulement des tuyaux fixes, est égale à la surface cylindrique qui a pour base, la circonférence de rayon r_0, et pour hauteur, la hauteur des aubes, au bord intérieur, multipliée par le sinus de l'angle de 36°, que la direction de la vitesse v forme avec le plan tangent à la surface cylindrique. En appelant donc e_0 cette hauteur, on a : $A = 2\pi r_0 e_0 \sin.36°$, d'où l'on tire, en remplaçant A, ainsi que 2π, par leurs valeurs numériques.

$$e_0 = 0^m,1805.$$

C'est la hauteur qu'il faut donner aux ailes, vers le bord intérieur, quel que soit leur nombre.

Si, maintenant, on donne 12 ailes au ventilateur, l'orifice d'écoulement du canal, formé par deux ailes consécutives, sera à très-peu près un rectangle, ayant pour base la normale $a''k$ abaissée de l'extrémité d'une aile, sur la convexité de l'aile suivante, normale dont il est aisé de calculer la longueur. En effet, dans le triangle $Aa''i'$, l'angle en A est de $\frac{360}{12} = 30°$; on a donc :

$$a''i'^2 = 0,83^2 + 0,24775^2 - 2 \times 0,83 \times 0,24775 \cos. 30°;$$

d'où : $a''i' = 0^m,62779$.

Si, de ce dernier nombre, on retranche la longueur du rayon des ailes qui est de $0^m,58225$, et l'épaisseur d'une aile que nous supposerons de 3 millimètres, on aura la longueur de la normale cherchée, qui est, en conséquence, égale à $0^m,04254$. La somme des bases des douze orifices

d'écoulement est donc $0^m,04254 \times 12 = 0^m,51048$. La hauteur commune de ces orifices, c'est-à-dire la hauteur des ailes, sur leur bord extérieur, doit donc être égale à l'aire A_1, divisée par le nombre $0^m,51048$.

Or, $A_1 = 0^m,14945$;

la hauteur, qui restait à déterminer, est donc :

$$\frac{0,14945}{0,51048} = 0^m,2927.$$

Le méridien de la surface de révolution, à laquelle les ailes sont attachées, par leur tranche supérieure, est donc assujetti à la condition, que l'ordonnée parallèle à l'axe, ait une longueur de $0^m,1805$, à la distance $0^m,40$ de l'axe, et une longueur de $0^m,2927$, à la distance $0^m,83$ du même axe. Il faut ensuite que les tangentes à ce méridien, aux extrémités de ces deux ordonnées, soient horizontales. Enfin, il est infléchi vers l'axe, afin que la partie du disque mobile, correspondante à l'ouverture centrale, par laquelle l'air aspiré arrive à la machine, ait une forme arrondie, comme celle d'un pavillon de cor.

Des douze ailes du ventilateur, quatre seulement, situées symétriquement autour de l'axe, sont entières, et les huit autres sont interrompues; on n'a laissé subsister que leurs extrémités. Le but de cette disposition est de diminuer les frottements de l'air, dans l'intérieur des canaux mobiles du ventilateur, frottements que nous avons négligés, dans les calculs, pour éviter une trop grande complication, mais qui ont une influence marquée sur l'effet de la machine.

Pour s'en convaincre, il suffit de se rappeler que la partie de hauteur *motrice*, absorbée par le frottement de l'air dans un tuyau prismatique, est

exprimée, § 16, chap. II, par $\frac{6}{g}\frac{PL}{A}v^2$,

ou $6=0{,}003$; $g=9{,}8088$.

v est la vitesse de l'air dans le tuyau, L la longueur de ce tuyau, $\frac{P}{A}$ le rapport du périmètre à l'aire de la section transversale. Ici, la vitesse v, et le rapport $\frac{P}{A}$, varient d'un point à l'autre du tuyau formé par deux ailes consécutives. Ainsi, la vitesse varie depuis 30^m, jusqu'à $53^m{,}53$. Sa valeur moyenne est $41^m{,}765$.

La longueur L est le développement de l'arc de cercle qui sert de base à l'aile. Il est facile de calculer cette longueur développée : elle correspond en effet à l'angle au centre aia'', et cet angle, à cause que le triangle aia'' est isoscèle, est égal à $180° - 2iaa'' = 180° - 32° 26' 8'' = 147° 33' 52''$.

Ainsi l'arc développé est égal à :

$$6{,}2832 \times 0{,}83 \times \frac{147° 33' 52''}{360°} = 2^m{,}14.$$

Quant au rapport $\frac{P}{A}$, sa valeur est variable.

A l'orifice d'écoulement, la section est un rectangle de $0^m{,}04254$ de base, sur $0{,}2927$ de hauteur; on a donc, en ce point :

$$\frac{P}{A} = \frac{2\times0{,}04254+2\times0{,}2927}{0{,}04254\times0{,}2927} = 53{,}84.$$

A l'autre extrémité, la section du canal peut être regardée comme un rectangle, ayant $0^m{,}1805$ de hauteur, et pour base l'arc de cercle compris entre deux ailes consécutives, multiplié par le

sinus de 30°. L'aire de cette section est d'ailleurs égale à : $\frac{0,2667}{12} = 0^{m.\ ca.},0222$.

Le périmètre calculé, comme nous l'avons dit, est égal à :

$$2 \times 0,1805 + 2 \times \frac{2\pi \times 0,40}{12} \times \sin. 30 = 0,5704.$$

Le rapport $\frac{P}{A}$, à cette extrémité, est donc égal à : 25,69.

Prenant pour la valeur moyenne de ce rapport, la moyenne des valeurs extrêmes, c'est-à-dire $\frac{25,69 + 53,84}{2} = 39,765$, on voit que la hauteur motrice absorbée par le frottement de l'air, dans chaque canal mobile, doit être à peu près égale à : $\frac{0,003 \times 39,765 \times 53,53^2}{9,8088} = 34^m,85$.

Or, cette hauteur perdue par les frottements s'ajoute, dans l'équation (2), à la différence $h_1 - h'$ entre la pression atmosphérique extérieure, et la pression de l'air en mouvement, qui pénètre dans le ventilateur. Cette dernière différence, en négligeant les frottements, est, comme nous l'avons vu, égale à $109^m,707$, dont la hauteur perdue $34^m,85$, est presque le tiers. Il est donc visible que les frottements modifieront d'une manière notable les résultats annoncés par le calcul, et qu'il importe de les atténuer. C'est dans ce but qu'on a supprimé les parties intermédiaires de huit ailes, en laissant subsister seulement leurs extrémités, afin d'imprimer la direction convenable aux vitesses de l'air, à son entrée et à sa sortie. Les quatre ailes entières suffisent, pour entrainer le

mouvement rotatoire de toute la masse fluide, une fois qu'elle est engagée dans le ventilateur, et comme d'ailleurs la courbure des filets fluides, entre les points d'entrée et de sortie, n'influe point sur ces vitesses, non plus que sur le travail résistant transmis à l'appareil mobile, on ne voit pas que cette suppression puisse être nuisible, tandis qu'on peut admettre qu'elle diminue, à peu près de moitié, le travail absorbé par les frottements.

C'est aussi dans le but de diminuer les frottements, que l'on a supprimé la plus grande partie des cloisons fixes, attachées aux parois de l'ouverture centrale; on a conservé 4 cloisons entières, pour prévenir le mouvement giratoire de l'air, dans cette ouverture, et on n'a laissé subsister, des autres cloisons, que les extrémités, dont l'ensemble forme une sorte de *râtelier* disposé circulairement, et imprimant à l'air entrant dans le ventilateur, les vitesses dans la direction convenable.

On a trouvé que la vitesse angulaire w devrait être, en négligeant les frottements, de 64^{m},49, ce qui correspond à un peu plus de 616 révolutions de la machine, dans une minute. Toujours, en négligeant les frottements, le travail moteur nécessaire pour mouvoir le ventilateur, serait exprimé très-approximativement par le produit du poids de l'air aspiré, et de la hauteur $h_1 - h_0$, qui mesure la compression, c'est-à-dire qu'il serait de : $8 \times 1,2012 \times 63,83 = 613,38$ kilog. à un mètre par seconde. Cela correspond à 8,18 *chevaux* de 75 kil. × m. L'influence des frottements de l'air et des parties solides de la machine augmenterait certainement ce travail, dans une proportion assez grande : mais il est

difficile d'admettre, d'après les considérations exposées précédemment, et eu égard à la simplicité de l'appareil, que cette augmentation puisse aller jusqu'à exiger que le travail moteur soit double de l'évaluation donnée ci-dessus. Nous pensons donc qu'une machine à vapeur de 15 à 16 chevaux de force, serait largement suffisante, pour produire, au moyen du ventilateur, le résultat qu'on n'obtient, avec la machine à pistons de la houillère de l'Espérance, qu'avec une machine de 25 chevaux (1).

36. Le ventilateur (*Pl. VI*) est celui qu'il convient d'employer, lorsque l'on a pour but d'aérer des espaces, où la circulation de l'air ne donne lieu qu'à des résistances très-peu sensibles. Il en est ainsi, lorsqu'on veut faire circuler de l'air, dans un bout de galerie d'une petite longueur, communiquant avec le jour par ses deux extrémités; lorsqu'on se propose d'aérer des salles de réunion, des magnaneries, ou de faire circuler de l'air chaud dans des séchoirs. Cette machine est aujourd'hui, employée avec succès, dans plusieurs magnaneries.

Si les résistances occasionnées, par la circulation de l'air, ne sont pas sensibles, on introduira cette donnée, dans le calcul, en faisant, dans les équations (1), (2), (3) et (4) du § 35 $h_{,} = h_{o}$.

---

(1) On peut introduire, dans les calculs, les résistances dues au frottement de l'air dans les canaux mobiles; mais cette considération les rend beaucoup plus compliquées; c'est pourquoi je n'ai pas jugé convenable d'en parler ici. Cette question se trouvera traitée avec détail dans un ouvrage sur les roues à réaction, qui n'est point encore terminé.

L'équation (u) se réduit alors à :

$$u_1^2 = w^2 r_1^2 - 2vwr_0 \cos. 6.$$

Et l'on voit tout de suite que la condition $u_1 = wr_1$ sera satisfaite, en faisant cos. $6 = 0$, et par conséquent l'angle 6 égal à un droit, c'est-à-dire que l'air entrant dans le ventilateur, doit être animé d'une vitesse, dirigée suivant les rayons partant de l'axe de rotation. On obtient ce résultat, en plaçant dans l'ouverture centrale les diaphragmes plans c, c (*fig.* 1 et 3), qui sont établis dans le plan même de l'axe de rotation.

L'angle 6 étant droit, l'équation (3) devient :

$$u_0^2 = v^2 + w^2 r_0^2.$$

C'est-à-dire que la vitesse relative u_0, est l'hypothénuse du triangle rectangle dont v et wr_0 sont les deux côtés. On peut se donner la condition que l'on ait : $v = wr_0$.

Le triangle rectangle sera alors isocèle, et la direction de la vitesse relative u_0 coupera, sous un angle d'un demi-droit, la tangente à la circonférence de rayon r_0.

Puis on aura : $u_0 = wr_0 \sqrt{2} = v\sqrt{2}$

D'ailleurs $u_1 = wr_1$.

D'où il suit que $\frac{u_1}{u_0} = \frac{r_1}{r_0 \sqrt{2}}$; et $\frac{v}{u_0} = \frac{r_0}{r_1}$.

Mais de l'équation (4), on tire : $\frac{A}{A_1} = \frac{u_1}{v}$;

Donc $\frac{A}{A_1} = \frac{r_1}{r_0}$;

Donc les aires A et A_1 doivent être, en raison inverse des rayons r_0 et r_1. Ces derniers rayons peuvent d'ailleurs être pris arbitrairement.

Le ventilateur (*Pl. VI*) satisfait aux conditions

ci-dessus. On a pris le rayon r_0 de l'ouverture centrale égal à $0^m,35$, et le rayon $r_1=0^m,60$. Les ailes sont des arcs de cercle qui coupent la circonférence intérieure de $0^m,35$ de rayon, sous un angle de 45°, et sont tangentes à la circonférence extérieure. Elles sont au nombre de dix. La hauteur des ailes, dans le sens parallèle à l'axe, sur leur bord intérieur, est de $0^m,17$. Cette hauteur peut être ici prise arbitrairement, pourvu qu'elle soit égale, ou plus petite que la moitié du rayon r. Cette limite ne peut être dépassée, parce qu'autrement la surface A, qui est égale à celle de la surface cylindrique dont la base est la circonférence de rayon r_0, et la hauteur, celle des ailes, serait plus grande que l'aire du cercle de rayon r_0, et l'on ne serait pas sûr, dans ce cas, que l'air remplisse la section toute entière. On a ensuite déterminé la hauteur des ailes sur le bord extérieur, en suivant la méthode développée § 35, de manière à satisfaire à la condition :

$$\frac{A_1}{A}=\frac{r_0}{r_1}=\frac{0,35}{0,60}.$$

Les ailes sont attachées, par leur tranche, au disque mobile fixé à l'axe de rotation, et rasent la plaque DD, percée d'une ouverture centrale, à laquelle elles ne sont point attachées, et qui demeure immobile. Le jeu qu'il faut laisser entre les bords inférieurs des ailes, et la plaque fixe, est ici sans inconvénient grave, à cause de la faible différence de pression de l'air sur les deux faces d'une même aile.

Le volume d'air débité par ce ventilateur, dépend de la vitesse angulaire qu'on lui imprime, et demeure proportionnel à cette vitesse. Ce vo-

lume est en effet exprimé par $A_1 \times u_1 = A_1 \times wr_1$.

De ce que l'on a $A_1 = 0^{m.ca},2441$ et $r_1 = 0^m,60$, il est facile de conclure que chaque révolution du ventilateur autour de son axe, déplace un volume d'air de 0,92 mètre cube, quelle que soit d'ailleurs la durée de cette révolution. Ainsi, N étant le nombre de révolutions dans un temps donné, $N \times 0,92$ sera, en mètres cubes, le volume d'air déplacé dans le même temps.

Le ventilateur représenté *Pl. VI*, est disposé de manière que son axe soit dans une position horizontale. Une des extrémités de cet axe est supportée par un chevalet C (*fig.* 2); l'autre par une croix en fer, composée d'un barreau vertical, sur lequel s'appuie un autre barreau horizontal; cette croix, représentée à part (*fig.* 4), est fixée par les trois extrémités des barreaux, au contour de l'ouverture circulaire, ménagée dans la plaque verticale DD (*fig.* 2). GG est le conduit évasé qui amène l'air au ventilateur. Ce conduit aboutit au puits d'où l'air doit sortir. Les diaphragmes plans *c*, *c*, représentés à part (*fig.* 3), sont fixés par des vis *b*, *b*, *b*, etc. (*fig.* 4), sur la branche horizontale de la croix qui supporte l'axe. P est une poulie qui sert à transmettre le mouvement de rotation à la machine, par le moyen d'une corde sans fin. Les explications relatives au ventilateur *Pl. V*, jointes à ce qui précède, suffiront pour l'intelligence complète de la machine représentée *Pl. VI*.

Les deux ventilateurs, *Pl. V* et *Pl. VI*, ont, comme l'on voit, des formes très-différentes. Cela doit être, pour qu'ils puissent réaliser, avec la plus grande économie de force motrice, l'effet qu'on a en vue, dans les circonstances

respectives, où on suppose qu'ils doivent être placés. Il en est du ventilateur, comme des roues à réaction, ou des autres roues hydrauliques, dont la forme et la vitesse ne sont pas constantes, mais doivent être en relation, avec le volume d'eau, et la hauteur de chute, si l'on veut qu'elles recueillent, le mieux possible, la force motrice du fluide. On ne devrait donc pas s'attendre à de bons résultats, si on établissait un ventilateur, sans avoir égard aux règles que nous avons exposées, et dont l'application exige des expériences préalables, et des calculs délicats (1).

37. Les ventilateurs, *Pl. V* et *Pl. VI*, peuvent être évidemment employés, comme machines soufflantes; il suffirait, pour cela, de les placer en dedans du puits, ou de l'espace dans lequel on voudrait faire entrer l'air atmosphérique, qui irait ensuite sortir, par une autre ouverture, après avoir parcouru les travaux. Ainsi, pour le ventilateur de la *Pl. V*, on peut concevoir que la gorge GG de la *fig.* 3, soit fixée en dessous du plancher, qui ferme le puits par lequel l'air doit entrer, plancher qui présenterait alors une surface plane en dessous. Le ventilateur *retourné*, de manière que le disque plan percé d'une ouverture centrale soit en haut, et l'autre disque en bas, serait établi sous le plancher, dans l'intérieur du puits; par suite du mouvement de rotation, il aspirerait l'air atmosphérique arrivant par la gorge GG, adaptée à l'ouverture ménagée dans le plancher, et le re-

---

(1) M. Clair, constructeur, rue du Cherche-Midi, 98, construit, sur mes dessins, le ventilateur à ailes courbes, pour lequel j'ai pris un brevet d'invention en date du 2 mai 1838.

jetterait, par son pourtour extérieur, dans le puits, où il serait sous une pression plus grande, suffisante pour déterminer la circulation, dans les galeries souterraines. Les poulies, portant les courroies de transmission du mouvement, continueraient à être établies en dehors du puits, au jour. Enfin, pour éviter la rentrée de l'air déjà comprimé, dans le ventilateur, par le jeu qui existerait entre le disque plan, et le bord de la gorge GG, on fixerait, sur le disque plan, la gouttière annulaire *ff'f'*, suffisamment profonde, contenant un liquide, tandis que le diaphragme cylindrique *ll'*, plongeant dans cette gouttière, serait à la surface inférieure du plancher. Ici ce serait la gouttière qui tournerait, et le diaphragme cylindrique qui serait fixe, de façon que la force centrifuge tendrait à diminuer la dénivellation du liquide, des deux côtés de la cloison cylindrique fixe.

Quant au ventilateur (*Pl. VI*), pour l'employer comme machine soufflante, il suffit que la gorge GG soit ouverte dans l'atmosphère; l'axe se prolongerait alors, au delà de la croix, ou irait reposer sur un chevalet placé plus loin, et la poulie P serait établie sur son prolongement. La face de la plaque DD, tournée du côté du ventilateur, ferait partie de la paroi d'une grande capacité, communiquant avec le puits d'entrée de l'air, et dans laquelle serait enfermé tout l'appareil, ainsi que le chevalet C. L'air aspiré et versé sur le pourtour entier du ventilateur, dans cette capacité se répandrait de là dans les excavations souterraines, et reviendrait dans l'atmosphère par une autre issue. La disposition du ventilateur, employé comme machine soufflante, ainsi que je viens de

l'indiquer, paraît un peu moins facile que la disposition du même appareil, comme machine aspirante. Elle ne présente cependant que des difficultés de peu d'importance. Il serait indispensable, dans cette seconde disposition, que les parois de l'espace, dans lequel serait enclos le ventilateur, fussent assez écartées, de deux mètres au moins, des bords du disque mobile, sans quoi l'air rejeté sur le contour de la machine éprouverait, sans aucun doute, un surcroît de compression, occasionné par la proximité de ces parois. Encore est-il certain que cet excès de compression continuera de se faire sentir, malgré cette précaution, bien qu'à un moindre degré, parce que la vitesse de l'air fourni par la machine, qu'il est impossible de rendre tout à fait nulle, dans la pratique, devra changer de direction, pour qu'il commence à circuler dans l'excavation, à l'entrée de laquelle le ventilateur est placé. Ces motifs me donnent lieu de croire, que le ventilateur soufflant fonctionnerait d'une manière un peu moins avantageuse que le ventilateur aspirant ; ce sont là les difficultés dont j'ai entendu parler dans le § 33.

Le ventilateur soufflant devrait être construit sur des principes différents de ceux qui précèdent, si on avait pour but de projeter de l'air, avec une vitesse un peu grande, dans une direction déterminée. Par exemple, si l'on voulait faire entrer l'air nécessaire à l'aérage d'une excavation, par une conduite d'une petite section, il faudrait construire un appareil analogue à ceux qui sont en usage dans les usines, pour donner le vent à des cubilots, ou autres foyers, qui ne demandent qu'un vent doué d'une médiocre vitesse. Je me dispenserai d'exposer ici les règles de construc-

tion de cet autre genre de ventilateurs, parce que l'on doit toujours éviter de faire arriver l'air dans les mines, avec une grande vitesse, ou par des conduits à petite section.

38. Lorsque l'on a à sa disposition une chute d'eau de 3 à 4 mètres au moins de hauteur, on peut l'utiliser pour établir une *trompe*, qui sera placée près de l'ouverture d'entrée de l'air dans la mine, et fonctionnera comme machine soufflante. La construction de la trompe est simple, et d'ailleurs assez généralement connue. La *fig.* 1, *Pl. VII*, représente la trompe établie par M. d'Aubuisson, pour aérer la galerie Becquey, aux mines de fer de Rancié (Ariége). Elle se compose d'un canal C, qui amène l'eau; d'un arbre foré D, recevant l'eau par sa partie supérieure, au haut de la chute, et posé sur le fond supérieur d'une caisse, ou barrique E, ouverte par le bas, et plongée dans un creux plein d'eau; *e* est une plaque de fonte appelée *tablier*, sur laquelle se brise l'eau tombant par l'arbre creux. *f* est le porte-vent, ou conduit implanté sur le fond supérieur de la caisse ou barrique, par lequel l'air, dégagé de l'eau, est amené dans le puits ou galerie d'entrée de l'air. L'arbre creux, ou tuyau de la trompe, est terminé, à sa partie supérieure, par une espèce d'entonnoir *c*, appelé *étranguillon*. Quatre trous *d, d*, nommés *aspirateurs*, sont percés immédiatement au-dessous de l'étranguillon, et permettent l'entrée de l'air atmosphérique qui est entraîné par l'eau. Dans la trompe de Rancié, l'arbre creux avait un diamètre intérieur de $0^m,22$; l'étranguillon, un diamètre de $0^m,15$. La hauteur de la chute, depuis le seuil du canal qui amenait l'eau, jusqu'au tablier, était de $8^m,61$. Le volume d'eau

motrice était de 40 à 50 litres par seconde. L'air pouvait être comprimé, dans la barrique, de façon que l'excès de sa pression sur la pression atmosphérique fût mesuré par une colonne d'eau de 0m,85 de hauteur.

Suivant M. d'Aubuisson (*Annales des mines*, 2e série, t. IV, p. 238), il convient, pour une forte trompe, de multiplier les arbres creux, qui sont implantés sur le fond supérieur d'une même caisse ou réservoir. L'étranguillon de chaque arbre doit être placé, aussi haut que possible, au-dessus du tablier. Il suffit de donner à l'orifice de l'étranguillon un diamètre suffisant, pour que toute l'eau que doit recevoir l'arbre, puisse y passer, avec une vitesse de 3 ou 4 mètres par seconde, ce qui correspond à une hauteur *génératrice*, de 0m,45 à 0m,80. Le diamètre intérieur de l'arbre est plus grand, dans le rapport de 8 à 5. Le tablier doit être placé à 0m,50 au-dessus du fond de la caisse, immédiatement sous les arbres. Enfin les aspirateurs doivent être ouverts au-dessous, et très-près du bas de l'étranguillon.

Je dois faire remarquer que l'air, amené par la trompe de la galerie Becquey, devait circuler dans une conduite en fer-blanc, de 0m,10 de diamètre seulement, et dont la longueur développée approchait de 400 mètres. Il était nécessaire, à cause du frottement de l'air, dans une conduite aussi étroite, d'obtenir une forte pression dans la caisse de la trompe, pression qui pouvait aller, en effet, jusqu'à un excès de 0m,85 en colonne d'eau, sur la pression extérieure. Si l'on voulait aérer, par des trompes, une mine étendue, il faudrait chercher, conformément à ce qui a été dit § 33, et aux observations recueillies sur les houillères de l'Es-

pérance, de Sacré-Madame et du Monceau, à obtenir une grande masse d'air, sous une faible pression. Il paraîtrait convenable, dans ce but, 1° de donner à la caisse de fort grandes dimensions; 2° de donner une section considérable, égale à celle des galeries de la mine, au porte-vent qui établirait la communication, entre l'intérieur de la caisse et le puits d'entrée de l'air; 3° enfin, on adopterait, pour l'issue de l'eau au bas de la caisse, une disposition analogue à celle représentée *fig.* 2, *Pl. VII*, et indiquée aussi par M. d'Aubuisson dans le mémoire cité, p. 241.

La caisse aurait la forme d'une baignoire ou d'un parallélipipède allongé. Les arbres seraient placés à l'une des extrémités. Le tablier, légèrement incliné en avant, serait directement au-dessous. L'eau, après avoir frappé ce tablier, coulerait vers l'extrémité opposée de la caisse, et reviendrait sortir par une fente longitudinale *a*, ménagée au bas de la paroi à laquelle est appuyé le tablier. Cette fente communiquerait avec un espace extérieur *b*, fermé par une paroi verticale *c*; l'eau sortant de la caisse remplirait cet espace, et s'épancherait par dessus le bord horizontal de la paroi. Il suffirait que celui-ci fût élevé de 30 à 35 centimètres au-dessus du bord supérieur de la fente *a*. Le porte-vent serait adapté à l'extrémité de la caisse, opposée à celle où seraient les arbres et le tablier.

Quand on voudra seulement porter de l'air, au fond d'une galerie isolée, comme il s'agissait de le faire pour la galerie Becquey, on devra se rapprocher des dispositions de la trompe, établie dans cette localité.

L'effet utile des trompes est une très-petite

fraction du travail dépensé. Il s'élève tout au plus, d'après les observations publiées dans les *Annales des mines* par MM. Tardy et Thibaud, et M. d'Aubuisson, aux $\frac{15}{100}$ de celui-ci. On ne sait pas si les trompes, dans le cas où la compression de l'air devrait être très-petite, seraient plus ou moins avantageuses que les trompes ordinaires. Il est peu probable qu'elles eussent un avantage notable. Ainsi, si l'on voulait tirer le meilleur parti possible d'une chute d'eau, pour l'aérage d'une mine, il conviendrait certainement de construire une bonne roue hydraulique, qui transmettrait le mouvement à un ventilateur, établi conformément aux principes des §§ 35 et 36. Si, au contraire, on peut disposer d'une chute élevée, et d'une très-grande quantité d'eau, les trompes sont préférables, parce qu'elles sont plus faciles à établir, qu'elles coûteront moins en frais de premier établissement, et n'exigeront presqu'aucune dépense d'entretien.

On fait usage quelquefois, en Angleterre, à la suite d'accidents survenus dans des mines de houille par détonation du gaz inflammable, d'un moyen d'aérage fondé sur le même principe que la trompe. Dans l'impossibilité où l'on se trouve de rallumer le foyer d'aérage, on fait tomber dans le puits d'entrée de l'air (*downcast shaft*), un courant d'eau pris à la surface. Ce courant entraîne avec lui de l'air atmosphérique, qui se dégage au bas du puits, et se répand dans les travaux, pour aller sortir par une autre issue. Il faut ensuite, quand on a purgé la mine des mofettes qui la remplissent, épuiser, avec les pompes, l'eau qu'on y a jetée.

Ce moyen pourrait être employé, d'une ma-

nière permanente, dans les mines où il y aurait une galerie d'écoulement, pour les eaux qu'on aurait fait tomber dans le puits. Il faudrait alors adopter des dispositions telles, que l'air dégagé de l'eau ne fût pas entraîné avec elle, dans la galerie d'écoulement, mais fût obligé de circuler dans les travaux. Il suffirait, pour cela, de fermer la communication du puits et de la galerie d'écoulement, par une cloison verticale, laissant entre elle et le sol, pour l'issue de l'eau, une fente longitudinale, dont le bord supérieur fût toujours maintenu noyé dans l'eau, tant du côté du puits, que du côté de la galerie. C'est un moyen analogue à celui employé pour la sortie de l'eau de la caisse des trompes.

En général, il sera facile de trouver un bien meilleur emploi, pour une chute d'eau semblable à celle dont nous venons de parler. Ce moyen d'aérage sera donc employé très-rarement, et dans des circonstances purement exceptionnelles.

Nous indiquerons encore, comme machine aspirante d'une grande simplicité, le ventilateur du Hartz, double ou simple. Le ventilateur double se compose (*fig.* 3, *Pl. VII*) d'un balancier B, terminé par deux secteurs circulaires S, S', auxquels sont suspendues, par des chaînes, deux caisses mobiles cylindriques, ou rectangulaires, C, C'. Ces caisses, entièrement ouvertes par le bas, portent sur leur fond supérieur une large ouverture rectangulaire, munie d'un clapet qui s'ouvre de dedans en dehors. Elles sont renversées dans d'autres caisses plus grandes D, D', dans l'intérieur desquelles elles peuvent se mouvoir, en montant et descendant.

Les caisses D, D' sont fixes et contiennent de l'eau, dans laquelle plongent les caisses mobiles, qui ressemblent à des cloches de gazomètre. Les fonds des caisses fixes D, D' sont traversés par de larges tuyaux T, T', qui s'embranchent sur le canal K, par où l'air arrive à la machine. Ces tuyaux s'élèvent au-dessus du niveau de l'eau contenue dans les caisses, et sont munis, à leur orifice supérieur, de clapets s'ouvrant de l'intérieur à l'extérieur. En imprimant au balancier un mouvement alternatif, les deux caisses mobiles sont alternativement abaissées et élevées, et il résulte de la disposition des clapets, que l'air venant du canal K, par un des tuyaux T, T', remplit la caisse mobile, pendant qu'elle se soulève, et est rejeté dans l'atmosphère, lorsque cette caisse s'abaisse. Le jeu est le même que celui d'une double machine à pistons, et l'eau contenue dans les caisses fixes remplace, ici, la garniture du piston mobile, qui frotte contre les parois d'un cylindre allésé.

Le ventilateur simple se compose d'une seule caisse mobile, liée à un balancier chargé d'un contre-poids, qui équilibre en partie son poids.

Ces appareils sont simples, et conviennent bien à l'aérage de bouts de galerie, d'une petite étendue. Il faut avoir soin que les tuyaux T, T', ainsi que les ouvertures des clapets, aient de grandes dimensions, et il faut laisser un espace libre assez grand, de 5 à 6 centimètres au moins, entre les parois intérieures des caisses fixes, et les parois extérieures des caisses mobiles.

SECTION II.

Distribution et conduite de l'air dans l'intérieur des mines.

39. Le volume d'air qui doit circuler dans les galeries d'une mine, pour l'assainir convenablement, n'est proportionnel ni à son étendue, ni au nombre d'ouvriers qui y sont occupés à la fois. Il dépend surtout de la nature et de la quantité des gaz nuisibles, ou *mofettes*, qui se forment, ou se dégagent des parois de la roche. On ne peut établir aucun chiffre, ni poser aucune limite à cet égard. L'état de l'air intérieur est le seul indice qui puisse guider le mineur, et la masse d'air entrante dans les travaux, doit pouvoir être augmentée, jusqu'à ce qu'il soit parfaitement salubre.

L'ensemble des travaux étant ordinairement formé de galeries nombreuses, situées dans le plan du gîte, tandis que les ouvertures, puits ou galeries, qui aboutissent au jour, sont en petit nombre, on doit adopter des dispositions particulières, pour que l'air se renouvelle à la fois, en quantité suffisante, dans toutes les excavations fréquentées par les ouvriers; autrement quelques-unes des galeries pourraient recevoir trop d'air, à tel point que la vitesse du courant y serait gênante et insupportable, tandis que, dans d'autres, la circulation serait lente, ou presque insensible. Pour forcer l'air à circuler partout, on employait assez généralement, autrefois, une méthode uniforme, qui consistait à transformer, au moyen de cloisons fixes, ou de portes, dites portes d'aérage, qui doivent être tenues fermées, et ne s'ouvrent que momentanément pour le

passage des ouvriers, l'ensemble des galeries, en une galerie unique, sorte de labyrinthe très-sinueux, ou plutôt anguleux, aboutissant, par une extrémité, à une ouverture par laquelle entrait l'air atmosphérique, et, par l'extrémité opposée, à une autre, par laquelle sortait l'air, qui avait parcouru les travaux. La *Pl. VIII* offre un exemple de cette disposition. L'air descend par le puits vertical A, parcourt l'ensemble des galeries fréquentées, en suivant le chemin indiqué par les flèches, et revient au bas du puits B, par lequel il remonte au jour. Les parties de la figure recouvertes de hachures, représentent des travaux abandonnés, isolés des autres par des cloisons fixes, et dans lesquels l'air et les ouvriers ne circulent plus. Les tailles d'exploitation consistent ici dans le prolongement des galeries, à la circonférence extérieure des travaux, en s'éloignant des puits A et B; c'est de ce côté que les travaux neufs s'étendent, tandis que le groupe des travaux abandonnés prend un accroissement d'étendue, dans la partie voisine des puits. On voit en *a*, *a'*, *a''*, comment l'air est conduit dans les nouvelles tailles, ou galeries prolongées.

Telle était l'ancienne méthode de distribution de l'air, dans les mines de houille du nord de l'Angleterre, qui étaient exploitées par galeries et piliers. Les piliers étaient repris ensuite, avec difficulté, et le plus souvent perdus en très-grande partie. Elle était aussi vicieuse, sous le rapport de l'exploitation même, que sous le rapport de la distribution de l'air.

Sous ce dernier point de vue, il y avait deux inconvénients fort graves : d'une part, le développement du circuit parcouru par le courant d'air,

augmentait proportionnellement à l'étendue totale des galeries fréquentées, et le courant arrivait dans les dernières parties de ce circuit, très-chargé de gaz irrespirables, qu'il avait délayés, dans le parcours entier; d'un autre côté, le groupe de travaux abandonnés, au centre de la mine, devenait un vaste réservoir rempli de gaz nuisibles, tels que de l'acide carbonique, ou de l'hydrogène protocarboné, qui se répandaient quelquefois en très-grande abondance, et à l'improviste, dans les galeries fréquentées.

Il est facile de faire disparaître le premier vice signalé ci-dessus : il suffit pour cela de diviser le courant d'air en plusieurs branches distinctes. S'il n'y a que deux issues, l'une pour l'entrée, l'autre pour la sortie de l'air, l'on peut, par exemple, former de l'ensemble des galeries, deux ou plusieurs groupes, entièrement isolés les uns des autres, par des cloisons, des portes, ou des piliers de roche. Le volume d'air total, descendu par le puits d'entrée se divisera, à une petite distance du puits, en autant de branches ou rameaux qu'on aura formé de groupes, et ces branches du courant ne se réuniront de nouveau que tout près du puits, ou dans le puits même, par lequel remontera le volume d'air total.

Cette division du courant est aujourd'hui usitée dans toutes les mines de quelque importance, bien dirigées. Nous entrerons dans tous les détails nécessaires, pour en faire apprécier l'importance, les avantages, et faciliter sa mise en pratique, par les mineurs.

40. Concevons que l'ensemble des travaux soit

divisé en un certain nombre de groupes, en quatre par exemple, que chaque groupe présente le même développement de galeries, avec la même section, qu'ils soient, en un mot, entièrement semblables, et semblablement placés, par rapport aux ouvertures d'entrée et de sortie de l'air, ou aux deux voies générales, aboutissant à ces ouvertures, par lesquelles passe la totalité du courant, avant la division, et après la réunion des quatre branches. Il est évident que dans ce cas, le courant total se divisera en quatre courants partiels, parfaitement égaux, et que les galeries de chaque groupe, seront parcourues par des courants, animés de vitesses égales. Ce sera donc, en représentant par L la longueur développée des galeries composant un des groupes, par A la section transversale d'une galerie, par P le périmètre de cette section, comme si, sur toute la longueur L, le courant d'air circulait dans une galerie unique, dont l'aire serait égale à 4A, et le périmètre à 4P. Si d'ailleurs nous désignons par Q le volume d'air total, qui se distribue entre les quatre groupes dans une seconde de temps, $\frac{Q}{4}$ sera le volume reçu par chaque groupe, et $\frac{Q}{4A}$ sera par conséquent la vitesse avec laquelle l'air circulera dans chaque galerie. Le frottement de l'air absorbera donc une partie de la hauteur *génératrice du mouvement*, § 16, exprimée par : $\frac{6}{g}\frac{4PL}{4A} \times \frac{Q^2}{16A^2}$. Les rétrécissements et les coudes absorberont une partie de la même hauteur motrice, égale au

carré du volume d'air, $\frac{Q}{4}$, qui traverse chacun d'eux, c'est-à-dire à $\frac{Q^2}{16}$, multiplié par un coefficient, qui dépendra du nombre et de la dimension des rétrécissements ou coudes, et qui, dans l'hypothèse admise d'une similitude complète, sera le même pour chacun des quatre groupes.

Si, au contraire, le courant d'air n'était point divisé, et si l'ensemble des travaux ne formait qu'un labyrinthe unique, à deux issues, qu'il aurait à parcourir, il est clair que le développement du circuit, entre les points de division et de réunion, serait au moins le quadruple du développement de l'un des quatre groupes; ainsi sa longueur totale serait égale à 4L. L'aire de la section d'une galerie étant toujours A, et son périmètre P, si le même volume d'air Q, entre dans la mine, dans l'unité de temps, sa vitesse sera $\frac{Q}{A}$. Partant, la partie de hauteur motrice, absorbée par le frottement, sera exprimée par $\frac{6}{g}\frac{P\times 4L}{A}\times\frac{Q^2}{A^2}$, c'est-à-dire qu'elle sera à la hauteur motrice absorbée par les mêmes frottements, dans le premier cas, dans le rapport de 4×16 à 1, ou 64 fois aussi grande. La hauteur motrice absorbée par les rétrécissements et les coudes sera égale au carré du volume Q, multiplié par un coefficient numérique, qui sera égal à la somme des 4 coefficients relatifs à chacun des groupes, dans la première hypothèse. Elle sera donc aussi, de même que celle absorbée par les frottements, 64 fois aussi grande. Or, la dépense de force motrice, ou plus exactement de travail

moteur, nécessaire pour déterminer la circulation, est proportionnelle au produit de la masse d'air par la hauteur motrice. Cette dépense, pour la partie comprise entre les points de division et de réunion, serait donc 64 fois plus grande dans le cas de la non-division, que dans le cas de la division du courant. Or, si la division est effectuée près du puits d'entrée, et la réunion près du puits de sortie de l'air, les résistances au mouvement dans les deux puits, et les bouts de galerie où passe le courant total sont très-petites, comparativement aux résistances occasionnées par le parcours des galeries, de sorte que l'économie du travail moteur, due à la division, serait, dans la pratique, sensiblement aussi considérable que celle indiquée par les considérations précédentes.

Il est même facile de voir qu'elle sera généralement plus grande encore, lorsque les moyens artificiels agiront dans le même sens que les causes naturelles, pour déterminer la circulation. Car l'effet des causes naturelles, consiste à engendrer, sans aucune dépense, une partie de la hauteur motrice nécessaire pour entretenir le mouvement, partie qui demeure sensiblement constante, quelle que soit l'étendue du parcours souterrain, pourvu qu'il soit assez grand pour que l'air ait acquis une température égale à celle qu'il ne saurait dépasser, dans un trajet plus long. Le surplus de la hauteur motrice qui doit être le résultat de l'action des moyens artificiels, est donc diminué de la même quantité, que le courant soit divisé en plusieurs branches, ou non. Or, si les causes naturelles produisent, par exemple, à elles seules, la moitié de la

hauteur motrice, dans le cas de la division du courant, ce qui n'est pas une hypothèse éloignée de la réalité dans beaucoup de cas, il est évident que la dépense de travail moteur nécessaire, pour faire circuler une quantité d'air donnée, dans les galeries divisées en quatre groupes, sera égale au produit du poids de l'air par la moitié de la hauteur motrice totale correspondante. Si la division n'a plus lieu, la hauteur motrice totale correspondante à la même masse d'air entrante, sera soixante-quatre fois aussi grande, et, comme les causes naturelles ne fourniront toujours que la moitié de la hauteur motrice primitive, il est clair que le travail moteur ne sera pas seulement soixante-quatre fois, mais bien cent vingt-sept fois aussi grand.

La division du courant présente encore d'autres avantages d'une haute importance. Il arrive fréquemment que, dans une même mine, certains quartiers donnent lieu à un dégagement de gaz nuisibles, en beaucoup plus grande abondance que le reste des travaux. Il est alors facile de conduire directement au puits de sortie de l'air, sans la faire circuler dans aucune voie fréquentée, la branche du courant qui a parcouru les quartiers particulièrement infectés. C'est ainsi qu'on ne doit jamais conduire un air, chargé de gaz inflammable, au point qu'il puisse y avoir crainte d'explosion, sur un foyer d'aérage; il faut l'amener directement au puits, et l'y faire déboucher à une assez grande distance de la cheminée du foyer, pour qu'une étincelle ne puisse y mettre le feu.

Lorsqu'il y a, dans une mine, un dégagement de mofettes, ou seulement lorsque les travaux

sont fort étendus, il serait souvent nécessaire, si on voulait l'aérer, sans diviser l'air, que le courant eût une vitesse excessive dans les galeries, et sur les tailles. La vitesse la plus convenable est d'environ 0m,60 par seconde. Cela suffit, lorsque les excavations ont une forme qui n'est pas trop irrégulière, pour que les gaz irrespirables soient mêlés promptement au courant, et entraînés par lui. Une vitesse d'un mètre par seconde serait déjà un peu gênante; passé cette limite, le courant éteindrait quelquefois les lumières; il y aurait même un danger très-grave à la dépasser, lorsque l'air peut devenir momentanément chargé d'hydrogène carboné, au point d'être explosif, parce qu'un courant animé d'une vitesse médiocre, 300 pieds anglais par minute, ou à peu près 1m,50 par seconde, suivant le docteur *Gurney*, suffit pour faire passer la flamme, à travers les mailles de la lampe de sûreté de Davy, usitée dans les mines à grisou.

La division du courant est donc un principe fondamental de la bonne distribution de l'air, dans les mines étendues, quel que soit le mode d'exploitation. Mais il y a, en même temps, nécessité de l'effectuer d'une manière convenable, entre les divers groupes de travaux, de façon que les uns ne soient pas trop aérés, tandis que d'autres ne recevraient pas l'air en quantité suffisante.

41. Il n'arrive jamais, dans une exploitation, que les divers groupes présentent un égal développement de galeries, et soient en tout semblables. Si l'on n'adoptait pas de dispositions particulières, l'air se distribuerait fort inégalement entre eux; la plus grande partie passerait dans le groupe le moins étendu, ou dont les galeries seraient le

plus larges; les groupes les plus étendus, qui par cela même doivent ordinairement recevoir plus d'air, pourraient n'en avoir que très-peu. Un pareil système serait, sans contredit, le plus mauvais de tous. Pour obtenir une division convenable du courant, il suffit de placer, à l'entrée de chaque groupe de travaux, une porte munie d'un guichet, susceptible de s'ouvrir plus ou moins, de manière que l'air soit obligé de passer à travers une ouverture, plus ou moins rétrécie, avant d'entrer dans le groupe de galeries, qui est précédé par la porte. En réglant les ouvertures des divers guichets, on parviendra à distribuer, dans telle proportion qu'on voudra, le volume d'air total, entre les groupes, quelles que soient les différences qu'ils présentent, sous le rapport du développement et de la section des galeries. Les grandeurs des ouvertures des guichets seront, en général, extrêmement différentes; ainsi, pour un groupe peu étendu, ou une simple galerie, les fissures inévitables, même à travers une porte bien fermée, suffiront pour laisser passer la quantité d'air nécessaire; tandis que les galeries destinées à conduire la branche du courant aux groupes les plus étendus, demeureront entièrement ouvertes, et les portes pourront être supprimées.

Dans la plupart des cas, au lieu de portes fermant bien, et munies de *guichets*, on place de simples portes fermant mal, ou mal jointes, ou enfin dont on a fait sauter une planche. Elles sont appelées, dans le nord de l'Angleterre, *sheth-doors* ou *sham-doors*, suivant qu'elles perdent simplement un peu d'air, par des fentes naturelles, ou qu'on y a ménagé à dessein, des vides d'une certaine grandeur. Il me semble qu'au

moins, pour ces dernières, un guichet est préférable : mais il faut avoir soin, quand l'ouverture en a été une fois convenablement réglée par le directeur de la mine, de prendre des moyens sûrs pour qu'elle ne puisse pas être agrandie ou diminuée, par mégarde, ou malveillance. Ainsi, la planche mobile du guichet doit être fixée par des clous, ou un cadenas, dont le maître mineur conserverait la clef. Pour distinguer ces portes de celles dont je vais parler, je les appellerai portes *régulatrices*.

Les divers groupes de travaux sont isolés les uns des autres, soit par des piliers massifs ménagés pendant l'exploitation, soit par des murs en maçonnerie, ou des digues en terre imperméables à l'air, dans les endroits où les piliers massifs n'ont pu être conservés. Néanmoins, il existe entre ces groupes, qui doivent demeurer toujours complétement isolés quant à l'aérage, des communications nécessaires, pour le transport souterrain des minerais et le passage des ouvriers. Pour maintenir l'isolement des courants d'air, en toute circonstance, on établit, dans le passage, des portes très-solides, fermant hermétiquement, et que l'on nomme portes principales, en anglais, *main-doors*. Il faut, dans chaque passage, établir au moins deux portes semblables, séparées par une distance assez grande, pour qu'un convoi de chariots puisse se tenir dans l'intervalle, et que la première porte soit déjà fermée derrière le convoi, quand on ouvre la seconde. Dans les passages où l'ouverture d'une porte principale pourrait donner lieu à des dangers très-graves, on en établit même trois, de façon à ce que toujours il y en ait deux fermées à la fois. Enfin, dans les mines où l'ex-

ploitation est fort active, un enfant de douze à quatorze ans est placé près de chaque porte, et uniquement chargé de l'ouvrir et de la fermer à propos.

Les travaux abandonnés, dans lesquels on ne pénètre plus, sont isolés des travaux en activité, soit par des piliers massifs, soit par de fortes digues en maçonnerie, ou en terre. Quelquefois il y a utilité de ménager, dans ces digues, une ouverture pour rentrer, au besoin, dans les vieux travaux. Dans ce cas, l'ouverture doit être assez petite, simplement suffisante pour le passage d'un homme. Elle doit être tenue fermée par une porte excessivement solide, joignant hermétiquement, et fermant à clef; la clef reste entre les mains du directeur ou du chef ouvrier chargé de cette partie du service.

42. Les détails particuliers de la distribution de l'air varient, nécessairement, avec le mode général d'exploitation usité, la forme des excavations, et l'allure du gîte. Nous prendrons pour exemple les mines de houille du nord de l'Angleterre, parce que les difficultés y sont plus grandes qu'ailleurs, et qu'il sera, dans tous les cas, facile de voir les modifications particulières, qu'entraînerait un autre système d'exploitation.

Ces mines sont ouvertes sur des couches d'une puissance, de 2 à 3 mètres. La *Pl. VIII* représente l'ancien système d'exploitation et de distribution d'air, aujourd'hui abandonné, et dont les vices ont été signalés dans le § 39. Il suffira d'ajouter ici que P, P′, P″ représentent des portes principales, destinées à forcer la totalité de l'air, à faire le tour des travaux, avant de remonter par le puits de sortie B. Le courant n'est point divisé. Il n'y a par

conséquent pas de portes régulatrices. Le foyer d'aérage est établi latéralement à la galerie principale, qui met en communication directe les puits A et B, afin que ce dernier puisse être utilisé pour l'extraction de la houille. Enfin, il existe de nombreux barrages, ou portes, qui isolent les travaux abandonnés au centre, de ceux en activité sur la circonférence.

La *Pl. IX* représente le mode d'exploitation usité aujourd'hui, et qui a remplacé le précédent. Le courant d'air descendant par le puits A, se divise en deux branches principales, dont l'une suit la galerie G, et l'autre la galerie G′. Ces deux branches demeurent isolées l'une de l'autre, pendant tout leur parcours, et ne se réunissent de nouveau que dans le puits de sortie de l'air B. La première branche arrive au bas de la galerie G, remonte, en se subdivisant en deux, par les galeries parallèles I, I′, en longeant le front des travaux abandonnés et dépilés C, lesquels sont indiqués par des hachures. Son trajet est indiqué par le signe ○→. Elle continue à être subdivisée entre deux galeries parallèles, jusque tout près du puits B, dans lequel elle arrive par une galerie particulière D, située à un niveau supérieur, ou inférieur au foyer d'aérage.

L'autre branche principale, qui suit d'abord la galerie G′, se subdivise, comme la première, entre deux galeries parallèles. Son trajet est indiqué par de simples flèches. Une partie de l'air alimente la combustion du foyer d'aérage F, et le reste se rend directement au puits B. Une porte, munie d'un guichet, peut servir à régler le volume d'air qui va au foyer.

Indépendamment de ces deux branches princi-

pales, un filet d'air traverse la double porte P P, et suffit pour aérer la galerie M, qui met en communication directe les puits A et B. Les portes indiquées dans la figure sont toutes des portes principales, qui sont hermétiquement fermées, sauf la double porte PP, et la porte *p*, qui doit laisser passer un filet d'air, détaché de la première branche, pour aérer le bout de galerie N.

On voit que le mode d'exploitation consiste : 1° dans le creusement de deux systèmes de galeries rectangulaires, séparées par des piliers de houille : 2° dans l'extraction de ces piliers, ou dépilage, que l'on commence à l'une des extrémités de la mine, et qui se continue en se rapprochant des puits A et B. Le dépilage est suivi d'ébpulements, au milieu desquels il est impossible d'entretenir aucune voie régulière, pour la circulation de l'air. A mesure que l'enlèvement d'une rangée de piliers est terminée, on isole, aussi bien que possible, cette partie de la mine des galeries voisines, par des barrages en briques. Néanmoins, les gaz nuisibles, et surtout l'hydrogène carboné (quand la mine en fournit), qui s'accumulent dans les vides existants, traversent les barrages, que la mobilité du terrain ne permet pas de rendre, ou de maintenir tout à fait imperméables, et vicient fortement la première branche du courant d'air. C'est pourquoi on la conduit directement au puits B, par une voie particulière, écartée du foyer d'aérage, toutes les fois que la mine est sujette au grisou.

Si l'on n'était pas parfaitement sûr que la deuxième branche du courant ne peut jamais devenir explosive, on devrait la faire déboucher dans le puits B, comme la première, par le con-

duit D, ou un autre analogue ; et l'on alimenterait la combustion du foyer, au moyen du filet d'air, qui aurait passé à travers la double porte PP, et n'aurait parcouru souterrainement que la seule galerie M. Il est aisé de voir qu'on obtiendrait ce résultat, par un simple placement de porte. Il suffirait, par exemple, d'en placer une en *a'*, suivant la ligne ponctuée, pour que les deux branches se réunissent dans le conduit D.

On pourrait également, par de simples déplacements de portes, faire circuler l'air de la deuxième branche principale, dans des galeries où passe la première branche, et *vice versâ*. Enfin, on peut déterminer au moyen de portes régulatrices, le volume d'air, qui entre dans chaque branche, de manière à ce que les deux groupes de galeries soient convenablement aérés.

La *fig*. 1, *Pl. X*, représente l'ensemble des travaux d'une mine étendue, exploitée par compartiments; ce mode d'exploitation est désigné, dans le nord de l'Angleterre, où il est assez généralement usité, sous le nom de *pannel-work*. A est le puits par lequel l'air descend; B le puits de sortie, au bas duquel est installé un foyer d'aérage F; GG' une grande galerie servant au roulage, et par laquelle le courant d'air frais arrive à tous les travaux. Les groupes de travaux 1, 2 et 3, à droite de la galerie, sont aérés par une branche principale du courant d'air. Cette branche arrive jusques en G', circule ensuite dans le groupe n° 1, où elle est subdivisée entre deux galeries parallèles, ainsi qu'on le voit par les flèches, qui indiquent la marche du courant, et par les portes, qui le forcent à parcourir l'ensemble des galeries. Après avoir circulé dans le

groupe 1, l'air arrive dans le groupe 2, en passant par la galerie *gg'*. Il circule dans ce deuxième groupe, comme dans le premier, passe ensuite dans le troisième, et se rend enfin au puits B, en passant à travers le foyer d'aérage F. On suppose que les travaux des groupes 1, 2 et 3 ne laissent pas dégager une quantité de gaz inflammable, telle que cette branche du courant puisse devenir explosive. Les trois groupes 4, 5 et 6, situés à gauche de la galerie GG', vis-à-vis des premiers, sont aérés, chacun isolément, par trois branches détachées du courant général, qui arrive par la galerie GG'; on suppose que ces groupes sont sujets à un dégagement de gaz très-abondant : c'est pourquoi on renvoie directement au puits de sortie B, l'air qui a circulé dans chacun d'eux, sans le faire passer dans les deux autres. Ainsi, l'air qui circule dans le groupe 4, se détache du courant général à l'extrémité G' de la galerie GG'; il est forcé par la porte *p*, de circuler dans les galeries de ce groupe, où il se subdivise entre trois galeries parallèles : il rentre ensuite dans la galerie KK', et se rend directement au puits B, en suivant cette galerie, et une voie particulière, sans passer sur le foyer F.

L'air qui circule dans le groupe 5, est dérivé du courant général au point C, par une galerie CC', qui croise, en projection horizontale, la galerie KK', laquelle sert au retour de l'air, sans l'interrompre, parce qu'elle est excavée au-dessus ou au-dessous de celle-ci. L'air circule comme dans le groupe 4, et se réunit ensuite à celui qui vient de ce dernier, dans la galerie KK'. Le groupe 6 est de même aéré par une branche, dérivée du courant général, au point C_{1}, par la galerie $C_{1}C'_{1}$,

exécutée aussi à un niveau différent de la galerie KK′, pour ne point interrompre celle-ci ; cette branche se réunit aux précédentes, pour retourner au puits B.

Il est inutile de dire que des portes régulatrices doivent être établies, et leurs ouvertures réglées, de manière à établir une proportion convenable, entre les volumes d'air de chacune des branches, ce qui ne peut se faire que par l'expérience et le tâtonnement. Les autres portes sont des portes principales, dont les unes peuvent demeurer constamment fermées, tandis que les autres doivent s'ouvrir, pour les besoins de la circulation intérieure : celles-ci sont toujours doubles, ce qui n'est pas indiqué dans la figure.

On remarquera que la division en groupes ou compartiments, offre le grand avantage de pouvoir isoler complétement, en cas d'accident, l'un des compartiments du reste de la mine ; les massifs épais, qui séparent les divers groupes, ne sont d'ailleurs pas perdus pour toujours ; on peut les exploiter à l'époque du *dépilage*, que l'on doit commencer par les compartiments les plus éloignés du puits.

Il est aussi essentiel d'observer qu'il n'est aucunement nécessaire, que les puits d'entrée et de sortie de l'air, soient placés à côté l'un de l'autre. Ainsi, il est évident que si le puits A était situé à l'autre extrémité des travaux, près du bout G′ de la galerie GG′, le puits B demeurant où il est, l'air descendu par le puits A, déboucherait immédiatement au point G′, de sorte que la circulation, dans les travaux, s'opérerait de la même manière, sans qu'on eût à déplacer aucune des portes indiquées. Le trajet serait même abrégé,

dans ce cas, d'une distance égale à la longueur de la galerie G G'.

Enfin, plusieurs puits peuvent être mis en communication, et l'aérage peut être conduit de façon à ce que l'air, descendu par l'un d'eux, sorte par deux ou plusieurs puits différents, comme aussi l'air descendu par deux ou plusieurs puits, peut se réunir dans un même puits de sortie. Toutes ces combinaisons diverses, que nous ne pouvons qu'indiquer ici, sont journellement mises en pratique dans un grand nombre de mines.

La *fig.* 2, *Pl. X*, montre comment on peut commencer le creusement d'un petit nombre de galeries, au bas d'un puits unique P. Celui-ci doit alors être divisé en deux compartiments, par une cloison en bois, ou en maçonnerie, imperméable à l'air, qui se continue, depuis le jour, jusqu'au fond. L'air, entré par l'un des compartiments remonte par l'autre. Il est forcé, au besoin, de circuler jusqu'au fond des galeries, par des cloisons verticales en bois, ou en briques, qui se prolongent, à mesure de l'avancement, jusques tout près de l'extrémité des galeries. Les cloisons en briques, établies dans les galeries les plus larges, sont indiquées par des hachures. La figure n'a, du reste, besoin d'aucune explication.

La *fig.* 3 de la même planche représente les cloisons que l'on établit, pour forcer l'air à circuler jusqu'au fond des tailles ou galeries en voie de creusement, lorsqu'il s'y dégage une quantité assez grande de gaz irrespirables, pour qu'ils ne puissent pas être suffisamment entraînés par le courant, qui circule dans les galeries voisines. Ces cloisons, qui ne sont que temporaires, sont

formées de planches, appuyées sur des étais verticaux. On y ménage une porte, pour le passage des ouvriers et des chariots, partout où cela est nécessaire. Elles sont facilement amovibles, pour qu'on puisse les transporter ailleurs, aussitôt que le bout de galerie, où elles sont placées, est mis en communication avec d'autres galeries.

Les figures des Planches *VIII*, *IX* et *X* sont empruntées aux documents publiés à la suite de l'enquête ordonnée par la chambre des communes. La discussion du mode particulier d'exploitation, suivi dans ces mines, est étrangère au sujet que nous traitons, et le lecteur ne doit regarder ces figures que comme représentant un mode très-convenable de distribution de l'air, dans l'intérieur de travaux d'une grande étendue. Il est évident aussi que ce mode est tout à fait indépendant du moyen employé, pour déterminer le courant, et qu'ainsi les foyers d'aérage pourraient être remplacés par des machines aspirantes placées sur l'orifice du puits de sortie, ou des machines soufflantes établies sur l'orifice du puits d'entrée de l'air.

Le même système de distribution est applicable, avec des modifications faciles à saisir, à toutes les mines, dans lesquelles on trace d'abord des tailles séparées par des piliers, qui sont enlevés à une époque postérieure, quelle que soit d'ailleurs la forme de ces piliers.

Quant aux mines qui, comme les houillères de la Belgique et du département du Nord, sont exploitées par des tailles dont le front présente une grande étendue, et en arrière desquelles on remblaie, au fur et à mesure de l'avancement, avec

matériaux stériles provenant du triage de la houille, ou de l'entaillement de la roche, dans les voies principales, la distribution de l'air présente moins de difficultés. Le courant général, qui arrive par la voie de roulage, peut être divisé en autant de branches qu'il y a de grandes tailles. Chaque branche arrive sur le front de la taille, en suivant la voie de transport qui y aboutit, circule sur le front de celle-ci, et revient par une voie particulière, appelée en Belgique et à Anzin *maillage* ou *troussage*, dans une galerie qui la conduit au puits de sortie. C'est dans cette dernière galerie que se réunissent de nouveau les branches qui ont aéré les différentes tailles, lorsqu'il n'y a qu'un seul puits pour la sortie de l'air. Il est inutile de dire que quand les tailles ont une étendue médiocre, ou que les gaz nuisibles sont en petite quantité, il n'y a aucun inconvénient à faire passer successivement le même air sur plusieurs tailles (1). J'ai suffisamment expliqué dans le § 28, comment on se mettait à l'abri d'une explosion sur le foyer d'aérage, lorsque ce moyen était employé, en alimentant la combustion au moyen d'un filet d'air descendu du jour par un puits latéral, et qui n'aurait parcouru qu'une galerie souterraine d'une très-petite longueur.

43. Les mines où il y a un dégagement abondant d'hydrogène carboné sont, sans contredit, celles où l'aérage doit être le plus actif et le mieux en-

(1) J'entends ici par le mot *taille*, l'ensemble des gradins contigus que l'on pratique dans les mines d'Anzin et des environs de Mons, et non un seul gradin. Le système d'exploitation des mines d'Anzin et du Hainaut est assez généralement connu, pour que je puisse me dispenser d'en donner ici une description détaillée.

tretenu, parce qu'une ventilation insuffisante peut avoir pour résultat la destruction subite de la plupart des ouvriers. Il faut non-seulement introduire dans ces mines une quantité d'air suffisante pour déloger le gaz inflammable qui s'y développe, mais il faut encore prendre les mesures nécessaires, pour que ce gaz ne puisse s'accumuler, et y prendre feu.

Une expérience malheureuse a suffisamment démontré que l'emploi exclusif des lampes de sûreté de Davy était loin d'offrir une garantie suffisante pour la sûreté des ouvriers, lorsqu'ils travaillaient dans un air habituellement, ou même assez souvent explosif. Pour éviter les chances de danger, dans ce cas, il faut: 1° se ménager la possibilité d'augmenter rapidement la masse d'air introduite dans la mine et de la porter au delà de ses limites habituelles; 2° distribuer et faire circuler les diverses branches du courant d'air, dans un sens tel que la diffusion de l'hydrogène carboné, dans le courant d'air, soit favorisée par la légèreté spécifique de ce gaz; 3° éviter avec soin de trop grandes irrégularités dans les dimensions des galeries, des angles trop fréquents, et surtout des cloches ou excavations au faîte de ces galeries, parce que l'hydrogène carboné tendrait à s'y accumuler; 4° faire en sorte que le courant ait une vitesse assez grande, pour favoriser la diffusion, sans qu'elle soit portée néanmoins au delà d'un mètre par seconde, dans les voies fréquentées par les ouvriers, parce qu'il serait à craindre qu'une vitesse semblable gênât les ouvriers, ou fît passer la flamme à travers la gaze métallique de la lampe de Davy.

On satisfera à la première condition en éta-

blissant des appareils d'aérage d'une puissance qui excède les besoins ordinaires, soit que ces appareils consistent dans de simples foyers, ou dans des machines aspirantes ou soufflantes, établies à la surface, et mues par une machine à vapeur, ou autre.

Pour satisfaire à la seconde, il faudra, autant que possible, faire circuler le courant d'air, en montant, sur le front des tailles, où le gaz se développe, quand elles ne seront pas sensiblement horizontales. Si on ne pouvait pas éviter de faire circuler le courant en descendant, il faudrait augmenter, dans cette partie du trajet, sa vitesse, et la pousser presqu'à la limite d'un mètre par seconde, qui ne peut être dépassée sans inconvénient.

La troisième condition n'exige aucun développement. Enfin, pour régler la vitesse du courant, il faut augmenter ou diminuer la section de l'espace dans lequel il circule, et fixer cette section en raison de son volume. Ainsi, sur le front des tailles des mines exploitées par remblais, on augmentera la vitesse du courant, en serrant les remblais, c'est-à-dire en les tenant plus rapprochés du front de taille. Dans les mines exploitées par piliers, on ne subdivisera le courant entre deux ou trois galeries parallèles, qu'autant que son volume sera assez grand pour qu'il conserve, dans toutes, une vitesse suffisante.

La quantité de gaz inflammable, dans les mines, n'est point constante et peut varier entre des limites très-étendues.

Les changements de pression atmosphérique ont une grande influence sur le dégagement de ce gaz, qui devient plus abondant, quand le mer-

cure baisse dans le baromètre, et diminue, au contraire, lorsque le mercure monte. Ce fait, que les observations nombreuses, faites dans les mines du nord de l'Angleterre, mettent hors de doute, est surtout très-marqué dans les mines, où il existe de vieux travaux abandonnés, dans lesquels l'air ne circule point, et qui se remplissent de gaz. Comme ils communiquent toujours, malgré tous les soins possibles, par quelques fissures, avec les galeries fréquentées, on conçoit aisément qu'ils versent leur contenu dans ces galeries, lorsque la pression de l'air y devient moindre, et qu'au contraire l'air, qui circule dans les galeries, peut être absorbé par les mêmes fissures, lorsque la pression extérieure vient à augmenter.

L'ingénieur anglais, M. Stephenson, a observé des soufflards qui émettaient, sous une certaine pression atmosphérique, du gaz inflammable, et aspiraient, au contraire, l'air extérieur, lorsque cette pression venait à augmenter. (*Report on accidents in mines*, p. 110.)

Il résulte de là que l'aérage des mines à grisou doit être plus actif dans les temps d'orage et de vents violents, qui sont accompagnés d'une diminution de pression atmosphérique, que dans les temps calmes, où la pression atmosphérique est plus grande. Les ingénieurs anglais les plus habiles ont pensé qu'il serait bon d'établir à demeure, dans les mines sujettes au grisou, un bon baromètre, qui serait consulté par les chefs ouvriers chargés de la surveillance de l'aérage, et pourrait leur faire connaître l'opportunité d'augmenter le volume d'air entrant dans les travaux, avant qu'ils en reconnussent la nécessité par la présence même du gaz inflammable, contenu,

en plus grande quantité qu'à l'ordinaire, dans l'air qui a circulé dans les travaux.

Les variations de pression atmosphérique influent, sans aucun doute, sur le dégagement du gaz acide carbonique, de la même manière que sur celui de l'hydrogène carboné. Les observations précédentes s'appliquent donc aussi au cas où le courant pourrait être surchargé d'acide carbonique, au point de nuire à la santé des ouvriers qui le respirent.

Indépendamment de l'émission plus abondante du gaz inflammable, au moment où le baromètre baisse, on rencontre souvent, dans la suite des travaux d'une mine, des points où ce gaz sort en quantité beaucoup plus considérable, et quelquefois même des espèces de cavités, où il est renfermé sous une pression fort grande, et d'où il fait tout à coup irruption dans les travaux, en rompant l'une des parois, lorsqu'elle cesse de présenter une résistance suffisante. Ces cavités sont assez fréquentes dans les mines du Northumberland, pour qu'elles y aient reçu un nom particulier dans la langue des mineurs, qui les appellent *bags of foulness*. Enfin, le mineur peut tomber à l'improviste dans de vieux travaux, dont la connaissance était ignorée, ou la position mal connue, et qui se trouvent ordinairement remplis soit de gaz inflammable, soit de gaz acide carbonique.

44. Au milieu de causes de danger si nombreuses, et dont l'approche ne se manifeste souvent par aucun indice, une prudence et une habileté consommées demeurent quelquefois impuissantes, et ne parviennent pas à éviter des explosions. Apporter des soins minutieux au bon entretien des voies où l'air circule; vérifier très-fréquem-

ment, et avec attention, l'état de l'air qui a parcouru les travaux; s'assurer que les portes régulatrices, et surtout les portes principales, sont en bon état, et manœuvrées comme elles doivent l'être; redoubler de soins et de surveillance, quand le baromètre baisse, surtout dans les temps d'orage, où la diminution de pression atmosphérique est considérable; prendre les mesures nécessaires pour que l'aérage n'éprouve ni interruption, ni ralentissement, pendant les jours fériés, et faire reconnaître l'état de l'air, avant la rentrée des ouvriers dans les travaux; tels sont les devoirs essentiels du directeur et des chefs ouvriers, dans une mine sujette au grisou, ou même à des émanations abondantes de tout autre gaz irrespirable. Malgré cela, il peut encore survenir une explosion, par suite d'une irruption imprévue d'une masse considérable de gaz, sortant d'une cavité, ou de vieux travaux. Il convient donc de prendre des mesures propres à empêcher qu'une explosion ayant lieu sur un point, se propage et fasse sentir ses effets dans toute la mine.

Une explosion donne lieu à la production d'une masse gazeuse de vapeur d'eau et d'acide carbonique, qui prend subitement un volume considérable, sous l'influence de la température élevée, qui se développe instantanément. Son effet immédiat est d'interrompre tout à coup la circulation du courant d'air ventilateur, de le refouler en arrière, et en même temps de renverser les obstacles qui s'opposent à l'extension du gaz, dans tous les sens. Les ravages faits dans la mine sont plus ou moins considérables, suivant l'étendue de la masse gazeuse, qui s'est enflammée. Ainsi, quand le feu prend sur une taille, ou dans un

bout de galerie, les ouvriers qui y travaillent peuvent être brûlés ou blessés plus ou moins grièvement, sans que cela apporte aucun trouble sensible dans la circulation générale de l'air, et sans que les ouvriers, occupés dans les autres parties de la mine, s'en aperçoivent. Si la masse gazeuse, qui prend feu, est plus considérable, il y a explosion : les gaz produits par la combustion se répandent dans les galeries voisines, renversent les ouvriers qui se trouvent sur leur passage, et quelques portes destinées à diriger le courant d'air. Une partie de la mine, plus ou moins étendue, se remplit de gaz irrespirables, chargés d'une poussière de houille épaisse, que le courant a enlevée sur le sol des galeries; l'air frais n'arrive plus dans cette partie des travaux, parce que les portes qui le dirigeaient ont été renversées. Les ouvriers qui s'y trouvent périssent par asphyxie, s'ils n'ont pas le temps ou la présence d'esprit de gagner, au plus vite, une voie où l'air circule encore. Cependant les grandes voies générales d'aérage sont encore conservées; l'explosion n'exerce de ravages que dans une partie restreinte de la mine, où la ventilation n'a plus lieu, tandis que les ouvriers sont en sûreté dans le reste des travaux. Enfin, si la masse gazeuse qui s'enflamme est très-considérable, rien ne peut résister à la force du courant qui suit l'explosion. Les ouvriers, les portes d'air, les boisages, qui se trouvent dans les galeries, placées sur le trajet du courant dévastateur, sont renversés. Des pierres, des blocs de houille énormes sont emportés par lui, aussi bien que la poussière fine qui couvre le sol des galeries. Il arrive, par la voie la plus facile et la plus large, à un ou plusieurs des puits aboutissant au jour,

renverse les machines placées à la surface, s'élève comme un noir tourbillon de fumée, d'où retombent d'abord les pierres, les gros débris, et enfin la poussière de houille, qui va se déposer, comme les cendres rejetées par un volcan, jusqu'à des distances considérables de la mine où l'accident a eu lieu. A la suite de ces épouvantables explosions, les galeries principales sont remplies de gaz irrespirables; un petit nombre d'ouvriers seulement ont été atteints directement, et tués par l'explosion même; les autres périssent par asphyxie, si on ne leur porte les secours les plus prompts; et malheureusement il est, la plupart du temps, impossible d'arriver jusqu'à eux, parce que la circulation de l'air est complétement interrompue, que les portes sont détruites, et que plusieurs galeries peuvent être obstruées par des éboulements. Les moyens de déterminer le courant d'air sont eux-mêmes souvent détruits, ou mis hors de service. Les foyers d'aérage placés au bas du puits, s'il y en avait de semblables, sont inaccessibles, et l'on s'exposerait d'ailleurs, en cherchant à les rallumer, quand ils sont éteints, à provoquer une nouvelle explosion sur le foyer lui-même (1). Les machines soufflantes ou aspirantes, placées à la surface, peuvent aussi être détruites, ou fortement dégradées. Enfin, le gaz enflammé peut mettre le feu à des boisages, ou à la houille, sur quelque point de la mine.

La division des travaux en compartiments iso-

---

(1) Ceci tient à la disposition vicieuse des foyers, dans les mines, et l'on verra dans le § 46 comment ils doivent être disposés, pour être soustraits, d'une manière assurée, à l'action des explosions.

lés les uns des autres, par des massifs de houille suffisamment solides, et percés seulement des voies indispensables à la circulation de l'air, et au passage des ouvriers, dont la *fig.* 1, *Pl. X*, offre un exemple, est une des meilleures dispositions que l'on puisse prendre, pour éviter qu'à la suite d'une forte explosion, la totalité de la mine soit infectée. Il est d'ailleurs évident que cette division en compartiments est indépendante de la méthode particulière d'exploitation, représentée dans la *Pl. X*, et applicable quel que soit le mode d'exploitation suivi. On conçoit, en effet, que si une explosion, même violente, a lieu dans un des compartiments 4, 5 ou 6, les gaz résultant de la détonation tendront d'abord à renverser les portes établies dans les galeries de ce compartiment, et celles qui sont placées entre lui et la voie KK′, par laquelle l'air retourne au puits de sortie. Si cette galerie et le puits présentent à la masse gazeuse une issue suffisante, le courant d'air entrant ne sera point arrêté, ou ne sera que refoulé, et suspendu pendant un instant, à la suite de l'explosion. Il recommencera ensuite à circuler dans toute la mine, excepté dans le compartiment même, dont les portes auront été détruites. Enfin, pour porter secours aux ouvriers qui y seront restés, on pourra suivre la voie par laquelle l'air entre, et l'on tâchera de rétablir successivement les portes renversées, afin que la circulation de l'air dans le compartiment infecté reprenne son cours.

Pour que les choses se passent ainsi que je viens de l'indiquer, il faut que la galerie du retour d'air, qui conduit au puits de sortie le courant qui a parcouru les travaux, offre aux gaz résultant de la combustion, une issue suffisante,

sans quoi les gaz, qui se portent principalement du côté où ils rencontrent le moins de résistance, reflueraient plutôt par la voie CC′, dans la galerie GG′, par laquelle arrive le courant d'air, et pourraient revenir au jour par le puits d'entrée de l'air. Le courant ventilateur serait alors entièrement renversé. Je regarde donc comme très-utile de donner de grandes dimensions aux voies de sortie de l'air, que les mineurs appellent en particulier *galeries d'aérage*. Je pense que la section de ces galeries, prises ensemble, là où le courant est divisé, devrait être plus grande que celle de la galerie par laquelle l'air arrive, et par les mêmes motifs, la section du puits de sortie devrait être plus grande que celle du puits d'entrée de l'air. On peut même remarquer que le volume du courant d'air sortant, dans les mines où il y a des émanations particulières de gaz, dépasse toujours le volume d'air entrant, parce qu'il est chargé des gaz qui se développent dans la mine, qu'il se sature de vapeur d'eau, et enfin qu'il prend un accroissement de température; ce qui exige encore, dans l'intérêt de la facile circulation, que les voies de sortie soient plus larges que les voies d'entrée.

Ordinairement, du moins dans les mines de la Belgique et du Nord, les voies du retour d'air ont de petites dimensions, et les puits de sortie ont souvent une section beaucoup moindre que les puits d'entrée de l'air. On agit ainsi par économie : la voie du retour d'air ne servant qu'à ce but, et n'étant parcourue, ni par les ouvriers, ni par les chariots, on s'est dispensé de lui donner des dimensions égales à celles des voies de roulage. Il en a été de même pour les

puits de sortie de l'air, dans le cas où ils ont été de simples puits d'aérage, et où ils n'ont pas servi en même temps à l'extraction de la houille, ce qui est le cas le plus ordinaire dans les mines de la province de Liége. Cette disposition me paraît très-vicieuse, et de nature à augmenter beaucoup l'étendue des désastres, occasionnés par l'inflammation du gaz, sur un point de la mine.

45. La première chose à faire, lorsqu'on veut rentrer dans une mine, ou portion de mine où il y a eu une explosion, est d'y rétablir la circulation de l'air, ce qui ne peut avoir lieu, qu'en remettant en place les portes qui auraient été renversées. Il est nécessaire que cette opération puisse se faire très-rapidement. C'est dans ce but que l'on établit, dans les mines, des portes, que l'on pourrait appeler *de sauvetage*, qui demeurent habituellement ouvertes, sont placées à l'abri des détonations, et servent à remplacer les portes ordinaires, quand celles-ci ont été renversées. On en distingue deux espèces. Les premières, appelées en anglais *damm-doors* (*portes-digues*), sont construites avec une très-grande solidité, et placées dans l'intervalle, qui sépare deux portes *principales* (*main-doors*), établies à la suite l'une de l'autre, dans la même galerie. La porte-digue est suspendue, au moyen de gonds, par le haut, à la partie supérieure du cadre ou châssis, également très-solide, sur lequel elle s'applique, quand elle est fermée; de sorte qu'elle tourne autour d'un axe horizontal, situé près du faîte de la galerie. Ordinairement elle est tenue ouverte, suspendue dans une position horizontale, et appliquée contre le plafond de la galerie, dans une entaille assez profonde, pour qu'elle soit à l'abri d'un courant vio-

lent, qui s'y établirait. Elle est retenue dans cette position, par un verrou entrant dans un trou fixe. Lorsqu'une explosion a renversé les portes principales, si l'on peut arriver jusqu'à l'endroit où est établie la porte-digue, il suffit de tirer ce verrou, pour qu'elle tombe, s'applique sur son châssis, et remplace les portes détruites. Il est entendu que les portes-digues sont toujours établies, dans un point où la galerie est extrêmement solide, et que le châssis, qui peut être en pierre ou en bois, présente une saillie nulle ou très-petite, dans la galerie, afin que l'explosion ne puisse pas l'endommager. M. Buddle rapporte (*Report on accidents in mines*, p. 160) qu'une inflammation de gaz, survenue dans la houillère de Whitehaven, ayant mis le feu à la houille, dans un des compartiments de cette houillère, le feu fut éteint par la fermeture des portes-digues, qui interceptèrent complétement la communication entre le compartiment incendié et l'air extérieur. Ces portes étant demeurées fermées pendant quelques semaines, l'incendie fut complétement éteint.

Les portes de sauvetage de la seconde espèce, appelées en anglais *swing-doors* (*portes-flottantes*), sont placées dans les mêmes endroits que les *portes-digues*. Elles sont suspendues dans la même position, et retenues seulement par une sorte de crochet, qu'il suffit de faire tourner pour que la porte tombe. Ce crochet a un manche, auquel est adaptée une plaque assez large, qui, en cas d'explosion, reçoit le choc du courant, de sorte que la porte est décrochée par l'explosion même. Elle est construite très-légèrement, en planches minces. Elle ne s'applique pas contre un châssis, mais peut osciller, comme un pendule,

de part et d'autre de l'axe de suspension. Il en résulte qu'elle n'est pas emportée par l'explosion, comme le sont les portes lourdes et résistantes, et qu'après les oscillations du courant d'air qui peuvent avoir renversé celles-ci, elle les remplace en partie, et maintient la circulation de l'air, quoique imparfaitement, puisqu'elle ferme mal. En même temps, ces portes légères n'opposent aucun obstacle à la sortie des ouvriers, qui, se trouvant dans le groupe de galeries, envahies par les gaz irrespirables, cherchent à en sortir, pour gagner les passages, où la circulation n'est point interrompue.

On ne doit jamais exploiter une mine sujette à un dégagement de gaz inflammable, au moyen d'un puits unique, divisé en deux compartiments par une cloison en bois ou en briques, l'un des compartiments servant à l'entrée, et l'autre à la sortie du courant d'air, parce que, en cas d'explosion violente, la cloison peut être emportée, et qu'il deviendrait alors impossible aux ouvriers, qui sont dans les travaux, d'en sortir, et à ceux qui sont dehors, de leur porter secours. Les puits uniques divisés en deux offrent un danger si grand, qu'il me paraîtrait convenable d'en interdire l'usage, par un règlement administratif. Il faut aussi que les voies d'entrée et de sortie de l'air soient partout séparées par des massifs de roche solide, ou de remblais, complétement à l'épreuve des explosions, et percés seulement des ouvertures indispensables au service de la mine, ouvertures dans lesquelles sont établies des portes.

Lors du creusement d'un puits, il faut bien, à moins qu'on n'en creuse à la fois deux, dans le voisinage l'un de l'autre, pour les faire commu-

niquer de distance en distance, diviser ce puits pour l'entrée et la sortie de l'air. Il n'y a aucun inconvénient à agir ainsi. Mais la division ne doit être que temporaire. Aussitôt que le puits est arrivé au gîte que l'on veut exploiter, il doit être mis en communication avec un autre, déjà existant, ou dont le foncement a été exécuté en même temps que celui du premier. Cette communication s'établira, en exécutant deux galeries parallèles, séparées par un massif de houille solide, qui sera repercé, de distance en distance, pour que l'air arrive jusqu'au bout des deux galeries; pendant ce travail, aucune taille, aucuns travaux d'exploitation, de quelque étendue, ne devront être entrepris, s'il y a un dégagement abondant de gaz inflammable. La communication une fois établie, la cloison devra être supprimée.

Dans le nord de la France, et la partie limitrophe de la province du Hainaut, le creusement des puits, dans les terrains crétacés supérieurs au terrain houiller, est extrêmement difficile et dispendieux, à cause des nappes d'eau qui s'y rencontrent. C'est pourquoi on a l'habitude de foncer un puits unique, que l'on revêt d'un cuvelage, capable de contenir les eaux jusqu'au-dessous des formations, supérieures au terrain houiller. Cette partie du puits est divisée, par une cloison, en deux compartiments, dont l'un, beaucoup plus étroit, contient des échelles inclinées, pour le passage des ouvriers. Après être entré dans le terrain houiller, on continue le foncement du puits principal, qui n'est plus divisé, et on exécute en même temps, à côté de lui, une suite de petits puits verticaux ou inclinés, appelés *tourets* ou *beurtias*,

où l'on place des échelles, et qui sont mis en communication avec le compartiment aux échelles de la partie supérieure. L'air descend par le compartiment étroit, les puits aux échelles, et sort par le puits principal d'extraction.

Cette disposition est bien préférable à une division complète du puits, par une cloison continue depuis la surface jusqu'au fond; néanmoins un puits de ce genre doit toujours être mis en communication avec un autre, avant qu'on entreprenne des travaux d'exploitation de quelque étendue, si la mine est sujette au *grisou*, parce que les puits aux échelles n'offrent pas une section suffisante à l'air entrant, et parce que, en cas d'explosion violente, la cloison établie, dans le puits principal, pourrait être emportée, bien qu'elle ne se trouve qu'à la partie supérieure.

Dans les mines profondes du nord de l'Angleterre, comme dans celles du centre et du midi de la France, on n'établit pas ordinairement d'échelles, pour le passage des ouvriers, qui descendent et remontent par les tonnes d'extraction.

Une série d'échelles établies à côté de chaque puits, offre un moyen de sûreté précieux en cas d'accident, aux ouvriers qui sont dans les travaux, et il serait désirable que, dans toutes les grandes exploitations, il y eût au moins une descenderie, à côté de l'un des puits, sinon à côté de chaque puits. Les échelles, qui devraient être placées près du puits le moins exposé à être endommagé, par une détonation accidentelle, pourraient être fort utiles, dans les invasions imprévues d'eau ou de gaz. Quant à la question de

savoir, s'il vaut mieux obliger les ouvriers à descendre et remonter toujours par les échelles, que de les faire descendre et remonter par les tonnes, je la regarde comme douteuse. D'une part, l'ouvrier qui descend à une profondeur de 300 à 400 mètres, et remonte par des échelles peu commodes, consomme, dans ce double voyage, une partie très-notable de la force musculaire, qu'il peut dépenser dans la journée. La remonte devient plus fatigante avec l'âge, et les ouvriers sont obligés de renoncer au travail, lorsqu'ils pourraient encore le continuer, s'ils n'avaient à supporter la fatigue de ces pénibles voyages. Enfin, l'usage des échelles n'est pas non plus exempt de danger. Car, lorsque les ouvriers montent ou descendent à la file, un homme pris d'un vertige, ou renversé par tout autre accident, peut occasioner la chute et la mort de tous ceux qui sont au-dessous de lui. Je regarde comme possible, et même assez facile, de diminuer beaucoup les chances d'accident, à l'entrée et à la sortie des ouvriers par les tonnes, et je crois qu'il vaut mieux chercher à rendre plus sûr, le moyen le moins pénible, que de forcer les ouvriers à se servir des échelles.

Malgré ce qui précède, les échelles, placées latéralement aux puits, sont, je le répète, une excellente mesure de sûreté, qu'il faut tâcher de conserver, là où elle existe, et d'introduire ailleurs, quand la chose est possible, sans que les exploitants soient entraînés dans des dépenses trop considérables.

46. On a agité la question de savoir, si les foyers d'aérage ne devaient pas être proscrits, d'une manière absolue, dans les mines sujettes au *grisou*.

On a dit 1° qu'ils étaient, eux-mêmes, une cause d'explosion, lorsque le courant chargé de gaz, au point d'être explosif, arrivait sur eux; 2° qu'à la suite d'une détonation, survenue dans la mine, qui renverserait les portes d'aérage, un mélange gazeux encore explosif pouvait arriver sur le foyer, et y donner lieu à une seconde détonation, plus terrible que la première; 3° que, dans le cas le plus favorable, il était impossible après une explosion de gaz de se servir du foyer intérieur, pour rétablir le courant interrompu, et qu'ainsi son secours manquerait, précisément lorsqu'il deviendrait le plus nécessaire; 4° qu'enfin des machines aspirantes ou soufflantes pouvaient, dans tous les cas, remplacer les foyers, n'étaient pas sujettes aux mêmes inconvénients, et n'occasionnaient pas plus de dépense de combustible, que les foyers, pour produire les mêmes effets.

Ces objections sont en partie fondées. Il importe seulement de les examiner à fond, pour les apprécier à leur juste valeur. C'est ce que je vais essayer de faire en les reprenant dans l'ordre où je les ai énumérées.

1° Dans l'état actuel de l'art des mines, il faudrait que les travaux fussent disposés d'une manière vicieuse, ou conduits et surveillés avec une négligence bien coupable, pour que l'air, qui alimente la combustion du foyer intérieur, pût devenir explosif, et qu'ainsi il y eût une première détonation sur le foyer d'aérage. Nous avons expliqué avec des détails suffisants dans les §§ 28 et 42, comment le foyer était alimenté par un courant d'air particulier, dans les mines du nord de l'Angleterre, et dans celles

d'Anzin, en France. En suivant la méthode adoptée dans cette dernière localité, il est tout à fait impossible que l'accident dont il s'agit ait lieu, à moins qu'on ne laisse ouverte la double ou triple porte, qui isole l'emplacement du foyer, de la voie qui conduit l'air vicié, au puits de sortie. Or, cette porte doit s'ouvrir très-rarement, uniquement pour porter du combustible, dans la chambre du foyer, ou faire le feu. L'ouvrier chargé de ce soin, qui doit être un homme de confiance, peut être seul dépositaire de la clef. Je crois donc que la sécurité, sous ce rapport, peut être complète.

Lorsque le puits, au bas duquel est établi le foyer, n'est pas accompagné de petits puits latéraux, contenant des échelles, comme cela a lieu à Anzin, on peut encore obtenir le même degré de sûreté. Il suffit, pour cela, de placer le foyer dans une chambre, entièrement isolée par des massifs de roche intacte, de tous les travaux intérieurs, qui communique seulement, avec le puits de sortie de l'air, par une cheminée, et avec le puits d'entrée, par une galerie de petite dimension, simplement suffisante, pour le passage d'un ouvrier menant un traîneau ou une brouette. Cette galerie creusée, comme la chambre elle-même, dans un massif de roche intact et inébranlable, sera munie d'une double ou triple porte *régulatrice*, fermée à clef, que l'on n'ouvrira absolument que pour le service du foyer, et dont l'entrée sera interdite à tous les ouvriers, à l'exception de celui-là même, qui sera chargé de l'entretien du feu.

La première objection n'est donc applicable qu'aux foyers d'aérage mal établis, et n'est cer-

tainement pas de nature à les faire généralement repousser, comme un moyen toujours dangereux. Cependant il est vrai que le danger serait réel, si le foyer n'était pas établi conformément aux règles, sur lesquelles j'ai insisté à plusieurs reprises.

2° Le deuxième argument est beaucoup plus fondé que le premier ; il est certain que, dans les foyers, établis comme ils le sont le plus souvent, même à Anzin, les portes qui isolent le foyer des galeries, par lesquelles le courant violent de gaz est obligé de passer, pour arriver au puits, peuvent être renversées, et qu'ainsi ce courant, s'il est explosif, peut prendre feu une seconde fois. Mais si le foyer était établi, comme je viens de l'indiquer tout à l'heure, ou s'il ne communiquait, avec les voies principales, que par une seule galerie, ou passage étroit, d'une assez grande longueur, où seraient établies les portes régulatrices, je regarderais le danger de l'arrivée du courant, sur ce foyer, comme bien moindre, s'il n'était même tout à fait écarté. En effet le courant, qui suit la détonation, se précipite, par les voies les plus faciles et les plus voisines, vers le puits qui doit le conduire au jour. Si le courant fait irruption par le puits de sortie de l'air, sans avoir rencontré, sur son passage, aucune galerie communiquant avec la chambre du foyer, il est impossible qu'il arrive dans cette chambre, en descendant par la cheminée, qui la met en communication avec le puits de sortie. S'il fait irruption au dehors par le puits d'entrée de l'air, en refoulant le courant ventilateur, il est également peu probable, qu'il pénètre dans la galerie étroite et longue, aboutissant au foyer, tandis qu'il a

une issue facile, vers l'atmosphère, par le puits. Dans une explosion, au moment où les gaz s'enflamment, ils exerçent une pression très-grande dans tous les sens, et tendent à renverser les parois de l'enceinte, qui les contient. Quand ils ont trouvé une issue, ils s'y précipitent, avec la vitesse énorme, due à la pression primitive, qui s'éteint en même temps que la vitesse augmente, de sorte que le courant renversé, entraîne tous les corps, qui se trouvent sur sa direction, tout en n'exerçant latéralement, qu'une pression médiocre, d'autant moindre que la vitesse est déjà plus grande, et qu'il a une issue plus facile. Il résulte de là, qu'en évitant complétement de mettre la chambre du foyer en communication avec les travaux intérieurs, et en se bornant à l'établissement de la cheminée, qui rejette la fumée dans le puits, et d'une galerie de service assez longue, prenant l'air nécessaire à l'entretien de la combustion, dans le puits d'entrée, une irruption du courant vicié sortant de la mine, à la suite d'une explosion, sur le foyer, sera peu à craindre.

Je n'oserais cependant pas affirmer, que ces précautions seront toujours efficaces, et qu'il ne pourra jamais arriver que la pression latérale du courant, qui passe dans les puits, soit assez grande, pour qu'une portion de ce courant reflue sur le foyer.

3° Le troisième argument a plus de force encore que celui que je viens d'examiner, par rapport aux foyers, établis, comme ils le sont généralement dans les mines. Il est certain, qu'après une explosion qui a fait irruption au jour, il est presque toujours impossible d'approcher du foyer, et qu'il y aurait même danger de le rallumer, avant

de s'être assuré que les portes, qui sont destinées à l'isoler des travaux, sont en bon état. Mais si le foyer était établi, comme je viens de l'expliquer tout à l'heure, il est évident qu'il agirait encore, après l'explosion, pour déterminer la circulation de l'air, aussi bien qu'avant. Dans le cas où les gaz auraient fait irruption au dehors, par le puits de sortie de l'air, en suivant le sens du courant ventilateur ordinaire, il serait facile d'arriver au foyer, puisque la galerie, qui y conduit, aboutit au puits d'entrée, qui ne serait pas infecté, et l'on pourrait activer la combustion, pour augmenter la quantité d'air entrante dans la mine. Si les gaz, après l'explosion, étaient sortis, en sens inverse du courant ordinaire, par le puits d'entrée de l'air, il serait impossible d'arriver jusqu'au foyer, avant que le courant eût repris sa direction primitive. Or, il peut se faire que le sens du courant d'air demeure renversé, soit par suite d'éboulements intérieurs, causés par l'explosion, soit par les changements dans la température, et le poids spécifique des gaz, qu'elle a occasionnés.

Sans même admettre qu'il y ait eu des éboulements, on peut craindre que, lors des oscillations de l'air, qui succèdent à l'éruption des gaz par le puits d'entrée, l'air contenant encore beaucoup d'hydrogène carboné, qui existe dans ce puits, n'arrive jusqu'au foyer par la galerie de service, en traversant les portes régulatrices, et qu'il n'y ait là une seconde explosion. Bien qu'un pareil accident paraisse peu vraisemblable, attendu que si les portes régulatrices sont demeurées intactes après la première explosion, l'air n'arriverait qu'en petite quantité sur le foyer, et serait délayé dans la

masse, qui se trouverait de l'autre côté de ces portes, on ne peut cependant pas dire qu'il soit absolument impossible. Il y a donc encore quelque crainte à conserver de ce côté, et il est certain que le renversement du courant d'air, et la sortie des gaz viciés, à la suite d'une explosion, par le puits d'entrée, font naître un danger très-grave; on pourrait, toutefois, mettre le foyer et la voie particulière qui y conduit, à l'abri de toute atteinte de ce côté; il suffirait d'établir une communication directe, entre la chambre où il est établi et le jour, par un puits particulier d'un petit diamètre, qui ne communiquerait point avec les travaux d'exploitation, et servirait exclusivement au passage de l'air, nécessaire à l'entretien de la combustion, et à amener le combustible consommé; on maintiendrait, au moyen des portes régulatrices, le volume d'air frais, dans les limites nécessaires à l'entretien de la combustion. Comme il n'y a aucun danger à ce que les gaz viciés descendent sur le foyer, par la cheminée qui conduit la fumée, dans le puits de sortie de l'air, je n'hésite pas à dire qu'un foyer, placé comme je viens de le dire, serait exempt de tout danger, et n'aurait que l'inconvénient d'exiger, pour son établissement, une dépense beaucoup plus grande que les foyers ordinaires, et qui, dans les cas de niveaux d'eau, ou de terrains difficiles à traverser, serait considérable.

4° Il est certainement possible de remplacer l'action des foyers, par des machines aspirantes ou soufflantes. Les principes de la mécanique conduisent même à cette conséquence, que si l'on néglige le travail absorbé par les résistances passives, une machine à vapeur, de construc-

tion ordinaire, qui ferait mouvoir un appareil soufflant ou aspirant, exigerait pour un même effet produit, une dépense de combustible moins considérable, qu'un foyer d'aérage. D'un autre côté, l'expérience prouve que les mines très-étendues du nord de l'Angleterre sont aérées par des foyers, et jusqu'ici on n'a employé les machines aspirantes, dans de grandes proportions, que sur quelques houillères de la Belgique, d'une moindre étendue que les mines anglaises (1). J'ai indiqué les dimensions de la machine à pistons de l'Espérance, qui extrait un volume d'air d'environ 8 mètres cubes par seconde. J'ai fait voir qu'un tiers seulement du travail disponible de la machine à vapeur était utilisé, et je ne doute pas qu'un résultat équivalent ne fût obtenu dans cette même houillère de l'Espérance, avec une moindre dépense de combustible, à l'aide d'un foyer d'aérage, établi au bas du puits de sortie de l'air, qui a plus de 400 mètres de profondeur.

Si le bon aérage d'une mine exigeait un vo-

---

(1) On voit, par les témoignages reçus par la commission d'enquête de la chambre des communes, que les machines aspirantes à pistons ont été essayées autrefois sur quelques mines de l'Angleterre, et ensuite abandonnées. M. Buddle en fit établir une de ce genre sur la houillère de Heaton. Le piston avait, suivant la déclaration de M. G. Johnson, 5 pieds en carré (probablement 25 pieds carrés de surface); la levée était de 8 pieds, et la machine marchait à 20 coups par minute. Le témoin qui succéda à M. Buddle, comme inspecteur (*viewer*) de la mine, remplaça par un foyer cet appareil, parce qu'il ne pouvait produire un courant d'air suffisant (*Report*. . . . . p. 84). Il est évident que les dimensions de cette machine étaient beaucoup trop petites.

lume d'air, supérieur à celui qui est extrait par la machine de l'Espérance, il faudrait donner aux cuves et aux pistons des dimensions encore plus grandes, et qui deviendraient énormes, ou établir plus de deux cuves à pistons sur un même puits, ce qui serait également assez embarrassant. Indépendamment de l'énorme dépense de force motrice qu'elles nécessitent, ces sortes de machines coûtent très-cher, exigent un entretien continuel et des réparations fréquentes, ce qui est un inconvénient très-grave, pour un appareil, dont le jeu ne peut être suspendu, sans que tous les travaux soient arrêtés. Je ne pense donc pas que les machines à pistons puissent remplacer avec avantage les foyers d'aérage. Le ventilateur à force centrifuge, décrit dans le § 34, aura sur ces machines, l'avantage d'être d'une construction infiniment plus simple et moins coûteuse, et de n'avoir jamais, ou presque jamais besoin de réparations; il permettra, pourvu que la force motrice soit suffisante, d'augmenter à volonté l'activité du courant d'air, en augmentant sa vitesse de rotation, ce que l'on pourra faire aisément, en plaçant la courroie de transmission du mouvement, sur une poulie d'un diamètre plus petit; enfin il y a lieu de croire qu'il utilisera plus avantageusement la force motrice, que les machines à pistons. Malheureusement aucune machine de ce genre n'a encore été employée pour l'aérage d'une grande mine, et l'expérience faite sur des appareils d'une importance beaucoup moindre, ne peut être regardée comme une confirmation positive de nos prévisions. En supposant qu'elles soient plus tard pleinement confirmées par les résultats de l'expérience, le ven-

tilateur à force centrifuge sera sans doute la machine généralement adoptée, pour l'aérage des mines, quand on ne se servira pas de foyers.

Quoi qu'il en soit, une machine, placée à la surface, peut être renversée par une explosion violente, qui ferait éruption au dehors, par le puits sur lequel elle est placée; et, si cela arrivait, la mine se trouverait, après l'explosion, sans aucun moyen de ventilation, comme on craint que cela arrive avec les foyers. Pour soustraire, autant que possible, la machine à cette chance de destruction, il faut l'établir sur un puits d'une petite profondeur, placé à quelque distance, 80 ou 100 mètres du puits principal, et communiquant avec lui par une galerie horizontale. Ce dernier puits serait fermé par un plancher, qui intercepterait la communication avec l'atmosphère. La galerie de communication et le petit puits de la machine, devraient avoir une section moindre que celle du puits principal, sans être toutefois assez petite pour que l'air extrait, ou introduit par la machine, y éprouvât une trop grande résistance par les frottements. En cas d'explosion, si le plancher n'offrait qu'une résistance simplement suffisante pour remplir son but, et supporter la différence des pressions de l'air, qui ont lieu dans l'intérieur du puits et dans l'atmosphère, il est vraisemblable qu'il serait enlevé par la violence du courant de gaz, qui viendrait le frapper directement, et que la machine placée latéralement demeurerait intacte. On aurait pris d'ailleurs les mesures convenables, pour que la fermeture du puits principal pût être rétablie facilement, et dans un temps très-court.

Enfin, les machines ont l'inconvénient grave

de rendre impossible l'extraction des minerais, par le puits sur lequel elles sont placées, qui doit être exclusivement consacré à l'aérage. M. John Martin, l'un des témoins entendus dans l'enquête de la chambre des communes, a proposé, pour utiliser ce puits, d'établir au-dessus, un bâtiment solide, clos hermétiquement, et dans lequel on entrerait par une galerie courte, où seraient placées deux portes consécutives, pour l'entrée et la sortie des tonnes ou chariots, semblables aux portes principales d'aérage. Un ventilateur aspirant serait appliqué sur l'une des parois latérales du bâtiment, qui renfermerait la charpente des molettes. La machine d'extraction serait en dehors, et les câbles iraient s'enrouler sur les tambours ou bobines, en passant dans des ouvertures ménagées dans le mur. Ce projet présenterait, dans l'exécution, des difficultés graves, sinon tout à fait insurmontables. Ainsi, il faudrait que le bâtiment supportât une différence de pression assez considérable, existant entre l'intérieur et l'extérieur; que la fermeture des portes, qui seraient si fréquemment ouvertes, fût hermétique, et qu'il y eût peu ou point de fuites d'air, par les ouvertures ménagées pour le passage des câbles. D'ailleurs, le bâtiment devrait être assez grand, pour renfermer les ouvriers chargés de recevoir les vases pleins, à l'orifice du puits, et de les remplacer par les vases vides. Enfin, il serait certainement renversé par une explosion qui ferait éruption au dehors. Je ne pense donc pas que ce projet de M. Martin, tel que l'auteur l'a fait connaître, soit exécutable. Cependant, comme il pourrait être utilement modifié, et qu'il ne présente pas d'impossibilité complète, j'ai cru devoir le mentionner.

En résumé, je conclus de la discussion précédente : 1° que les foyers d'aérage peuvent être établis, de manière que la combustion soit alimentée par de l'air, ne contenant pas du tout de gaz inflammable, de sorte qu'une première explosion sur le foyer, soit tout à fait impossible. Les foyers des mines d'Anzin satisfont à cette condition.

2° Qu'il est même possible de mettre les foyers, presque complétement à l'abri d'explosions, qui auraient lieu dans d'autres parties de la mine, en les isolant, mieux qu'on ne l'a encore fait jusqu'ici, de tous les travaux intérieurs. Il suffit, pour cela, que la chambre du foyer communique exclusivement, par une galerie étroite et assez longue, avec le puits d'entrée de l'air, ou avec le jour, par un petit puits spécial. Ces dispositions rendront l'établissement des foyers plus coûteux; mais leur usage offrira un degré de sûreté presque complet, et incomparablement plus grand que les foyers actuels. Ainsi établis, ils continueraient encore à fonctionner, même après de fortes explosions, pourvu que celles-ci n'eussent pas renversé le sens du courant.

3° Les explosions, qui renversent le sens du courant ventilateur ordinaire, sont les plus dangereuses de toutes. On les rendra beaucoup moins fréquentes, en donnant une section plus grande qu'on ne le fait généralement aux galeries, et aux puits par lesquels l'air revient au jour. Ces galeries et puits devraient avoir une section plus grande, que celle des galeries et puits par lesquels l'air entre, puisque le volume du courant augmente généralement dans le parcours des travaux, tandis qu'on a l'habitude de leur donner une section plus petite.

4° Les machines à pistons ont l'inconvénient de coûter fort cher, d'avoir des dimensions énormes, d'être d'un entretien difficile, d'exiger des réparations fréquentes, et de dépenser inutilement une très-grande partie du travail moteur. Il est fort douteux qu'elles puissent remplacer convenablement l'action de foyers bien établis.

Les ventilateurs à force centrifuge paraissent réunir toutes les conditions, auxquelles doivent satisfaire de bonnes machines d'aérage.

Les machines ont l'inconvénient d'exiger un puits, exclusivement consacré à l'entrée ou à la sortie de l'air, et qu'on ne peut utiliser pour l'extraction des minerais.

Les machines soufflantes ou aspirantes, afin d'être à l'abri de fortes explosions faisant éruption au jour, doivent être placées à une petite distance des puits d'aérage, sur un petit puits communiquant, par une galerie, avec le puits principal, qui est fermé par un plancher; il est nécessaire de pouvoir remplacer rapidement ce plancher, en cas d'accident.

5° Finalement, je regarderais actuellement la prohibition des foyers d'aérage, dans les mines à grisou, comme intempestive et même dangereuse; mais je pense qu'ils doivent être établis autrement qu'ils ne le sont en général, sous la surveillance spéciale des ingénieurs du gouvernement, et conformément à des plans approuvés d'avance par eux. Les ingénieurs devraient également intervenir, dans la détermination de la section à donner aux galeries, et puits de sortie de l'air.

Les essais déjà faits en Belgique, pour la substitution des machines aux foyers, se continueront

sans aucun doute, et il y a lieu d'espérer que l'on arrivera bientôt à construire des machines assez parfaites, pour que leur usage se répande, sans que l'autorité administrative soit obligée de le prescrire.

47. Quels que soient les moyens employés, pour déterminer la circulation de l'air dans une mine, leur effet sera toujours limité, et l'aérage deviendra mauvais, si les travaux souterrains prennent une étendue disproportionnée à la masse d'air qu'il est possible d'y introduire, et d'y faire circuler. On remarquera que, lorsque l'aérage que peuvent produire les moyens existants, combinés avec une bonne distribution intérieure de l'air, est juste suffisant, cette limite se trouve bientôt dépassée, par les progrès de l'exploitation; car l'accroissement d'étendue des travaux exige l'introduction d'un plus grand volume d'air, qui doit encore circuler dans des galeries plus longues. Que si quelques-unes des anciennes tailles sont abondonnées, elles n'en laissent pas moins dégager des gaz irrespirables, que le courant doit balayer; elles offrent même un danger plus grave, à cause des variations dans le volume des gaz qu'elles versent dans les voies fréquentées, § 43. Il faut donc se résigner à limiter l'étendue des travaux souterrains; en d'autres termes, il faut, si l'on ne veut pas mettre les ouvriers et la mine en péril, creuser un nombre suffisant de puits ou galeries aboutissant au jour. Malheureusement ces travaux sont en général très-dispendieux, et la nécessité d'exploiter à bon marché, ou le défaut de capitaux disponibles mettent trop souvent obstacle au creusement de nouveaux puits, devenus nécessaires.

On conçoit donc qu'il est de la plus haute importance, de tirer de ceux qui existent, tout le parti possible. Et pour cela il faut que ces puits aient été, dès l'origine de l'exploitation, convenablement placés, relativement à la forme du gîte exploité, et aussi les uns par rapport aux autres. Dans beaucoup d'endroits, on creuse à la fois deux puits très-voisins, dont l'un sert à l'entrée; et l'autre à la sortie du courant d'air ventilateur. Dans les mines de houille des environs de Dudley et du pays de Galles, où les couches sont situées à une petite profondeur, ces puits accouplés ont habituellement un petit diamètre, servent tous les deux à l'extraction, et sont desservis par une même machine, qui élève une tonne chargée dans un des puits, tandis que la tonne vide correspondante descend par l'autre. Le champ d'exploitation de deux puits semblables a peu d'étendue, et les puits sont multipliés, parce que leur creusement n'occasionne pas de fort grandes dépenses. Dans le centre de la France, à Saint-Étienne en particulier, les puits sont aussi, en général, nombreux et rapprochés, à cause de la division du terrain houiller, entre un grand nombre de propriétaires. A Rive-de-Gier, la division de la propriété souterraine a aussi donné lieu au creusement de puits très-rapprochés, quoiqu'ils aient une grande profondeur, et coûtent assez cher. La multiplicité des puits, dans le département de la Loire, est de nature à faciliter extrêmement l'aérage. Mais les exploitants ne font presque rien, pour opérer la bonne distribution de l'air, dans les galeries et sur les tailles; l'emploi des moyens artificiels, pour déterminer la circulation dans les travaux, y est aussi peu répandu,

bien qu'il pût être quelquefois d'une grande utilité.

Les mines de houille du Northumberland et du Cumberland, en Angleterre, du département du Nord, en France, du Hainaut et de la province de Liége, en Belgique, sont celles où le creusement des puits donne lieu aux plus grandes dépenses, soit à cause de la profondeur à laquelle il faut les creuser, soit surtout par la nature des terrains qu'ils traversent. Aussi les puits y sont-ils beaucoup moins nombreux, que dans les contrées dont nous venons de parler. Dans le département du Nord, les puits servent tous, ou du moins peuvent servir à l'extraction de la houille. Ils sont à peu près répartis uniformément, sur l'étendue du terrain, sous lequel s'étendent les couches que l'on veut exploiter, en ayant soin de les placer convenablement, pour la facilité du transport souterrain de la houille, eu égard à l'allure des couches. La plupart sont mis en communication entre eux, soit pour l'épuisement des eaux, soit pour l'aérage. Il y a en général un seul puits, avec foyer d'aérage intérieur, servant à l'issue de l'air, qui est descendu par deux ou trois autres puits. Souvent aussi l'air descendu par un puits, se divise, et va sortir par deux puits munis de foyers.

Dans la province de Liége, on fonce, au contraire, le plus souvent, deux puits dans le voisinage l'un de l'autre, dont l'un sert à l'extraction, et l'autre, appelé le puits d'air ou la *bure d'air*, sert à l'issue du courant, qui a circulé dans les travaux. Au moyen de ces deux puits accouplés, on épuise un champ d'exploitation déterminé, et on ne les met généralement pas en communica-

tion avec d'autres puits, du moins quant à l'aérage et à l'extraction de la houille. La communication est quelquefois établie, pour l'épuisement des eaux.

Les bures d'air, dans la province de Liége, ont une section moindre que les bures d'extraction à côté desquels ils se trouvent, et c'est près de leur orifice qu'ont été établies dans ces dernières années, les machines aspirantes à pistons, que l'on a substituées aux foyers.

Dans les mines du nord de l'Angleterre, on trouve souvent deux puits, foncés l'un à côté de l'autre servant tous deux à l'extraction : mais à mesure que l'on creuse d'autres puits pour les besoins de l'exploitation, on les met en communication avec les premiers.

La coutume Liégeoise, de foncer un puits spécialement consacré à l'aérage, à côté d'un autre qui sert à l'exploitation de la houille, me semble avoir l'inconvénient, d'entraîner l'exploitant à donner une fort grande étendue aux travaux d'exploitation, avant de se décider à creuser un autre couple de puits, et il doit en résulter, assez souvent, un développement de travaux, plus grand que ne le comportent les moyens d'aérage. A cela il faut ajouter que l'on donne au puits d'air des dimensions plus petites qu'au puits d'extraction, tandis que c'est le contraire que l'on devrait faire.

En répartissant, au contraire, les puits à peu près également, sur la surface du sol, sous lequel l'exploitation doit s'étendre, en les employant tous pour l'extraction des minerais, comme on le fait dans le département du Nord, l'exploitant aura moins de peine à se déterminer à creuser un puits nouveau, parce que cela abrégera géné-

ralement les distances à parcourir, et par conséquent les dépenses à faire, pour le transport souterrain du minerai, au bas du puits d'extraction. Il pourra d'ailleurs, facilement, satisfaire à la condition très-utile, de laisser à l'air sortant un débouché suffisant, en multipliant les puits de sortie de l'air, qui lui rendront les mêmes services que les puits d'entrée, sans autre inconvénient que celui résultant de l'usure un peu plus rapide des câbles d'extraction. Si même il y a dans quelque partie des travaux, des dégagements, particulièrement abondants de gaz irrespirables, on aura l'avantage de pouvoir les conduire au dehors, par le puits le plus rapproché, en leur faisant parcourir souterrainement un trajet moins long.

Enfin si une détonation a lieu sur quelque point des travaux, je regarde comme impossible, quelle que soit sa violence, que ses effets se fassent sentir, dans la totalité des travaux souterrains, mis en communication. Les gaz, résultant de la détonation, se porteront certainement sur un des puits, peut-être sur deux puits à la fois; mais l'air frais continuera de descendre par les autres, qui offriront ainsi des voies praticables, pour pénétrer dans les travaux et porter secours aux ouvriers asphyxiés. Nous pensons, en conséquence, que la distribution des puits à peu près uniforme, sur la surface du terrain, et leur mise en communication, sont préférables à l'isolement complet des travaux entrepris, par deux puits voisins, dont l'un est consacré exclusivement à l'aérage. Le système général adopté, à cet égard, dans les mines du département du Nord, serait tout à fait irréprochable, sui-

vant nous, si le nombre des puits de sortie de l'air était plus grand, qu'il ne l'est actuellement. Cette mesure n'entraînerait qu'une faible dépense, et il serait en tout cas facile d'y avoir recours, si le besoin s'en faisait réellement sentir, puisque tout se réduirait à placer des foyers au bas de puits, qui n'en seraient pas encore pourvus, et à opérer de simples modifications, dans la distribution intérieure du courant d'air.

Les considérations précédentes font sentir combien il est fâcheux que l'emploi des machines soufflantes ou aspirantes, dont les avantages, sous d'autres rapports, ne sont pas douteux, exige un puits spécialement consacré à l'entrée, ou à la sortie de l'air, qu'elles mettent en mouvement. Cet obstacle, qui est de nature à empêcher leur établissement, dans des mines très-étendues, et dont l'aérage est difficile, disparaîtra si l'on parvient à mettre à exécution, moyennant une dépense modérée, quelque chose d'analogue au projet de M. John Martin, mentionné dans le § 46.

CHAPITRE IV.

APPAREILS D'ÉCLAIRAGE, ET RÉSERVOIRS D'AIR PORTATIFS.

48. Antérieurement à la découverte de la lampe de sûreté, on se servait, pour éclairer le mineur, dans les galeries où l'air était chargé de gaz inflammable, du phosphore de Canton (1), ou d'une

---

(1) Le phosphore de Canton est un mélange de chaux provenant de la calcination d'écailles d'huîtres, et de farine. Ce mélange, exposé à la lumière et transporté ensuite

meule d'acier, qui frottait contre un silex. La lumière ainsi obtenue était très-insuffisante, et l'on reconnut même que les étincelles, tirées de la meule d'acier, pouvaient mettre le feu à l'hydrogène proto-carboné. La lampe, découverte par sir Humphry Davy, fut immédiatement employée dans le nord de l'Angleterre. On put, avec son secours, reprendre l'exploitation de mines, ou de parties de mines, qui étaient auparavant réputées inabordables, et exécuter des travaux de dépilage, que l'on n'avait pas osé entreprendre. C'est sans doute à cette cause qu'il faut principalement attribuer ce fait, dont la certitude ressort des témoignages recueillis par la commission d'enquête de la chambre des communes; que le nombre des accidents, survenus dans les mines du nord de l'Angleterre, par suite de l'inflammation de l'hydrogène proto-carboné, a été plus grand, dans les années qui ont suivi l'introduction de la lampe de Davy, dans les mines de houille, que dans les années précédentes. Le plus grand développement des travaux des mines, peut aussi y avoir contribué. Enfin, il faut le dire, la confiance que l'on a mise dans la lampe de sûreté, a peut-être entraîné une surveillance moins active de l'aérage, et détourné les mineurs habiles de faire des tentatives et des recherches, dans le but de le rendre moins imparfait. Davy avait constaté et publié, que la gaze métallique de sa lampe était traversée par la flamme, lorsqu'elle était poussée contre le treillis, par un courant d'air. Il avait donc

---

dans l'obscurité, est phosphorescent : il ne conserve toutefois sa phosphorescence que pendant un temps assez limité.

engagé à mettre la flamme à l'abri des courants, au moyen d'un écran. Ces circonstances, qui diminuaient beaucoup le degré de sécurité de l'appareil, ont été trop peu remarquées, et lorsque des accidents sont survenus, on a été beaucoup trop disposé à en rejeter la cause sur l'imprudence des ouvriers, une mauvaise confection, ou une négligence dans l'entretien des lampes, plutôt que de l'attribuer à l'insuffisance de l'aérage, cause première du mal.

L'instruction publiée par l'administration des mines, en 1824 (*Annales des Mines*, 1re série, t. X), contient une description de la lampe de Davy, qu'il serait inutile de reproduire; et indique, avec tous les détails nécessaires, les précautions avec lesquelles il faut s'en servir, précautions tout à fait indispensables, puisqu'un courant, animé d'une vitesse de 1m,50 par seconde environ, suffit pour faire passer la flamme à travers la gaze métallique.

Parmi les lampes assez nombreuses, qui ont été présentées à la commission d'enquête de la chambre des communes, et essayées par son ordre, une seule a résisté à toutes les épreuves auxquelles elle a été soumise. Cette lampe, construite par J. Roberts, ancien ouvrier mineur, diffère de celle de Davy, 1° en ce que le cylindre en gaze métallique, est entouré, depuis sa base, jusqu'à la moitié ou aux deux tiers de sa hauteur, par un cylindre épais en cristal, maintenu en place, par un autre cylindre en cuivre, qui entoure la partie supérieure de la toile métallique, et se visse dans un écrou aussi en cuivre, porté par les trois ou quatre tiges en fil de fer, qui forment la cage extérieure de la lampe. Le cylindre en cristal est

pressé par le cylindre en cuivre, entre deux rondelles annulaires de drap, dont l'une est adaptée au bas de ce dernier cylindre, et l'autre repose sur le réservoir de la lampe; 2° l'accès latéral de l'air étant ainsi prévenu, l'air nécessaire pour alimenter la combustion de la mèche, arrive dans le corps de la lampe, par une rangée circulaire de trous, percés tout autour de la partie supérieure du réservoir, à la hauteur de la base du porte-mèche. Il traverse deux rondelles annulaires, de gaze métallique très-serrée, contenues dans des montures légères en cuivre, et posées horizontalement au-dessus de la rangée de trous; 3° après avoir traversé cette double toile, l'air ne se répand pas encore librement dans le corps de la lampe; mais il est dirigé tout près de la mèche, dont il doit alimenter la combustion, par une pièce que l'auteur appelle le cône; sa forme est à peu près celle d'un pavillon de cor, dont la grande base reposerait sur le réservoir d'huile, et qui serait coupé à la hauteur du porte-mèche, par une ouverture circulaire, au centre de laquelle se trouve la mèche, et dont le diamètre est un peu plus grand, que celui d'une pièce de cinquante centimes. Il résulte de cette disposition que la totalité de l'air entrant dans la lampe, rase la mèche de très-près, et l'expérience prouve que l'air contenu dans les parties latérales de la lampe, près de la toile métallique, et entre cette toile et le cylindre en cristal, est impropre à l'entretien de la combustion.

Les expériences faites sur la lampe de Roberts, devant la commission d'enquête de la chambre des communes; celles que j'ai faites moi-même sur des lampes de ce genre, que l'administration

des mines a fait venir de Londres, prouvent qu'elle est complétement sûre dans toutes les circonstances, et au milieu des mélanges les plus explosifs, qui se rencontrent dans les mines de houille.

Ainsi la vitesse du courant, l'agitation de la lampe au milieu de l'air explosif, ne déterminent jamais le passage de la flamme au dehors. Devant la commission de la chambre des communes, on a dirigé sur cette lampe un jet de gaz inflammable, composé de trois ou quatre parties en volume d'hydrogène pur, et d'une partie de gaz de l'éclairage. La lampe de Roberts a parfaitement résisté à cette épreuve. Les lampes de Davy, de Stevenson, et toutes les autres soumises au même essai, ont laissé passer la flamme. Dans les essais que j'ai faits moi-même, j'ai employé du gaz hydrogène pur, et je n'ai réussi qu'une seule fois, contre beaucoup de tentatives inutiles, à faire passer la flamme à travers les trous destinés à l'introduction de l'air.

J'ignore si l'usage de la lampe de Roberts, malgré sa supériorité incontestable, sous le rapport de la sûreté contre l'inflammation du gaz, s'est répandu dans les mines d'Angleterre. On peut craindre que le cylindre extérieur en cristal ne vienne à casser, ce qui réduit l'appareil à une lampe de Davy ordinaire. Ce danger me paraît peu important, parce que le cristal est si bien protégé que la fracture sera un accident bien rare, si même il arrive jamais.

Une objection beaucoup plus forte, contre l'emploi de cette lampe dans les mines, consiste en ce qu'elle doit donner moins de lumière, que la lampe de Davy, qui, elle-même, éclaire déjà

fort mal, et qu'il est à craindre que les trous destinés à l'introduction de l'air, et les ouvertures des deux rondelles superposées, en gaze métallique très-serrée, que l'air doit traverser, soient obstrués, en peu de temps, par la poussière de houille. Elle pourrait coûter à peu près le double de la lampe de Davy ordinaire; mais elle aurait plus de solidité, et d'ailleurs, l'élévation du prix, dans ces limites, ne serait pas une objection raisonnable, contre son emploi.

M. E. du Mesnil a présenté, en 1838, à l'Académie des Sciences, et à M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, une lampe établie sur un principe analogue à celui de Roberts. Toutefois l'exécution est fort différente.

Dans la lampe de M. du Mesnil (*Pl. VII*, *fig.* 4), le réservoir d'huile est établi latéralement, et l'huile arrive à la mèche par un conduit, placé au-dessous de la plate-forme circulaire P. La mèche est plate, en coton tressé. L'air nécessaire à la combustion, est amené sur les deux faces, par deux conduits inclinés C,C', coiffés d'une gaze métallique en fil de fer ou de laiton, que l'on peut changer très-facilement, quand elle est usée.

Le cylindre en toile métallique de la lampe de Davy est supprimé, et remplacé par un cylindre en cristal recuit, très-épais, M; la plate-forme supérieure P' repose sur ce cylindre, qu'elle déborde de deux centimètres environ. Le cristal, serré entre les deux plates-formes P et P', est protégé par des tiges en fil de fer, assez écartées, pour ne pas intercepter une portion notable de la lumière.

Au-dessus de la plate-forme supérieure P', s'élève une cheminée d'un diamètre moindre que

celui du cylindre en cristal, et dont la hauteur est assez grande. Cette cheminée est à double paroi; la paroi interne descend un peu dans le corps de la lampe, où elle s'évase en forme d'entonnoir renversé. La cheminée se termine par un orifice rétréci, qui n'est garni d'aucune toile métallique. La hauteur totale de la lampe, y compris la cheminée, est de $0^m,40$ à $0^m,44$.

La lampe de M. du Mesnil offre le même degré de sûreté que celle de Roberts, tant qu'elle est intacte. Ainsi des expériences, faites à Paris et à Saint-Etienne, constatent qu'un mélange explosif, beaucoup plus inflammable que ceux qui se rencontrent dans les mines, ne fait pas sortir la flamme. Il paraît, en outre, qu'on a essayé, à Saint-Etienne, de jeter des gouttes d'eau froide sur le cristal, lorsque le gaz brûlait fortement dans l'intérieur, et qu'il a résisté à cette épreuve. Enfin, cette lampe éclaire mieux qu'aucune autre, ce qui est aussi un point de la plus haute importance.

Cependant on ne peut placer une confiance absolue dans la solidité du cristal, qui est ici le seul corps intermédiaire entre la flamme et le mélange explosif. On ne peut se flatter qu'il résiste toujours, et d'une manière certaine, à la chute de la lampe, au choc de corps durs, ou même à un refroidissement accidentel; car un verre parfaitement recuit peut supporter une épreuve, à laquelle un autre verre, soumis à la même préparation, ne résistera pas (1).

(1) Un rapport détaillé contenant les expériences faites à Saint-Etienne, par MM. Gervoy et Gruner, sur la lampe de M. du Mesnil, avec une description complète de cet appareil, sera inséré prochainement dans les *Annales*.

En définitive, aucun des appareils d'éclairage connus jusqu'ici, ne peut mettre le mineur complétement à l'abri des chances d'inflammation, dans un mélange explosif, et il est permis de douter qu'on puisse en construire de semblables. La lampe de Davy offre beaucoup moins de sécurité qu'on ne le croit généralement, et c'est à tort que l'on a toujours mis sans examen, sur le compte de la négligence des ouvriers, des accidents dont une partie a dû provenir de la lampe, qu'on leur avait donnée, comme entièrement sûre, bien que son illustre inventeur eût constaté lui-même et fait connaître son insuffisance, dans le cas où elle était frappée par le vent d'un soufflard, ou d'un courant explosif médiocrement rapide. La lampe de Roberts mériterait certainement la préférence sur toutes les autres, si elle fournissait une quantité de lumière suffisante, et si elle n'était pas trop salie par la poussière de la houille. Il est à désirer qu'elle soit essayée sérieusement et sur une grande échelle, dans les mines à grisou.

La lampe de M. du Mesnil ne doit pas être rejetée, comme n'offrant pas le degré de sûreté convenable. Il est en effet peu probable que la fragilité du cylindre en cristal, qui peut d'ailleurs être mieux abrité qu'il ne l'est, dans les premières lampes d'essai, présentées par M. du Mesnil, soit la source d'un danger plus grand, que la perméabilité à la flamme de la gaze métallique de la lampe de Davy, sous l'influence d'un courant d'air. La plus grande quantité de lumière fournie par l'appareil du Mesnil, permet aussi au mineur d'apercevoir plus facilement les dangers d'éboulement, et de s'y soustraire à temps.

Quelque utile qu'il soit de perfectionner les

lampes et de les rendre plus sûres, contre les chances d'inflammation de mélanges détonants, il ne faut point perdre de vue qu'un excellent aérage a et aura toujours une importance bien plus grande que celle des appareils d'éclairage, et qu'en conséquence le perfectionnement des méthodes d'aérage doit être l'objet essentiel des recherches, entreprises par les personnes, qui s'intéressent à l'amélioration du sort de l'ouvrier mineur, et aux progrès de l'art des mines.

49. L'instruction pratique de 1834 contient la description d'appareils, propres à pénétrer dans les lieux méphitisés. Il va sans dire qu'ils doivent être uniquement employés à porter secours à des ouvriers, dont la vie est en danger, et qu'ils ne fournissent pas la possibilité de faire un travail suivi, dans un air irrespirable.

Le plus simple de tous (voyez, pour leur description, l'instruction pratique de 1824 déjà citée), est le tube respiratoire plus ou moins long. Il peut servir jusqu'à une distance assez grande de l'orifice des puits, ou galeries infestés.

Les réservoirs d'air portatifs, en cuir, ont un volume très-embarrassant. Ils ont été essayés par M. Boisse, directeur des mines de houille de Carmaux (Tarn), qui a transmis à M. le directeur général le résultat de ses observations. M. Boisse a essayé, sans succès, d'entretenir la combustion de la lampe, au moyen de l'air expiré par l'ouvrier. Ces réservoirs ont, en outre, l'inconvénient de se détériorer assez promptement, et de laisser perdre l'air, ce qui est très-grave, pour des appareils dont on ne fait usage qu'accidentellement, et à de longs intervalles. On a proposé depuis longtemps de les remplacer par des réser-

voirs métalliques, de petites dimensions, remplis d'air fortement comprimé. Il y avait, dans l'emploi de ces derniers, une difficulté, qui consistait à régulariser l'écoulement de l'air sortant. On avait bien dit qu'il suffisait d'adapter au vase rempli d'air comprimé, un réservoir en cuir qu'on laisserait remplir, par intervalles, et toutes les fois qu'il en serait besoin, en ouvrant un robinet, placé entre les deux. Ainsi l'air n'aurait été fourni par le réservoir principal, que d'une manière intermittente, et la respiration eût été alimentée avec de l'air du réservoir accessoire, où la pression eût été sensiblement égale à celle du milieu ambiant. Sans être impossible, l'application de ce moyen présentait cependant des difficultés, auxquelles on peut échapper, en se servant de l'appareil ingénieux, qui sert à régulariser l'écoulement du gaz portatif comprimé, pour l'éclairage. On fabrique aujourd'hui des réservoirs en tôle, dont la forme est celle d'un cylindre, terminé par deux calottes hémisphériques; ils ont 0^{m},25 à 0^{m},26 de diamètre, sur 0^{m},73 de long, et une capacité de 34 litres, ou $\frac{1}{30}$ de mètre cube à peu près. Ils peuvent contenir de l'air comprimé, sous une pression de 30 atmosphères, et supporter une pression d'épreuve de 60 atmosphères. Leur poids n'est que de 16 à 18 kilogrammes. Ils sont munis d'un appareil, qui règle l'écoulement de l'air, au moyen d'un très-petit orifice, dont la grandeur augmente à mesure que la pression intérieure diminue, de façon que la dépense reste constante, malgré la diminution progressive de la pression intérieure. Ces réservoirs peuvent être chargés d'avance, et demeurer chargés pendant un temps

assez long, sans perte d'air sensible. Il est donc possible d'en avoir en réserve, qui soient prêts à fonctionner. Chaque récipient rempli d'air, comprimé à 30 atmosphères, contiendra un mètre cube, sous la pression atmosphérique ordinaire, ce qui sera suffisant pour fournir aux besoins de la respiration, et à l'entretien de la combustion de la lampe, pendant une heure (§ 1), pourvu que le régulateur fonctionne, de manière à ne pas laisser sortir plus d'air, que n'en exigent la respiration et la combustion. On adapterait d'ailleurs sur la boîte du régulateur, un tube respiratoire, et un tube conduisant de l'air dans la lanterne, semblables à ceux qui sont décrits, dans l'instruction pratique de 1824.

Les petites dimensions et le poids médiocre du réservoir, permettraient à l'ouvrier de le porter sur le dos, en lui laissant le libre usage de ses mains, et de pénétrer dans des galeries de fort petites dimensions. Il serait d'ailleurs, sans aucune crainte pour lui-même, à cause de la solidité du réservoir, et de la masse d'air qu'il renferme (1).

---

(1) Des réservoirs portatifs d'air comprimé sont fabriqués à Paris, dans les ateliers de M. Ch. Beslay, rue Neuve-Popincourt, n° 17 ; ils seront le sujet d'expériences ordonnées par M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, dont il sera rendu compte dans une prochaine livraison des *Annales*.

Lorsque l'air est irrespirable, parce qu'il est mêlé d'une assez grande quantité de gaz acide carbonique (ce qui est le cas le plus ordinaire dans les mines, à la suite d'explosions ou autrement), on peut, dans un cas pressant, lorsqu'on n'a aucun appareil particulier à sa disposition, et qu'il s'agit de secourir des ouvriers asphyxiés, essayer d'ar-

river jusqu'à eux, en jetant dans les galeries un lait de chaux vive, qui absorbera l'acide carbonique. Il est convenable d'avoir dans ces occasions des linges, ou mieux encore des morceaux de tissus lâches en laine, fortement imprégnés d'eau pure, et de faire passer l'air qu'on respire à travers ces tissus, en les appliquant sur la bouche et le nez.

Il est inutile de dire que l'on doit agir, dans ces cas-là, avec la plus grande prudence, et en prenant toutes les précautions possibles, afin de ne pas occasionner de nouveaux malheurs.

J. Roberts, l'auteur de la lampe décrite § 48, rapporte que s'étant trouvé une fois près d'être suffoqué par le gaz acide carbonique, il se préserva, en couvrant sa figure, avec sa veste mouillée d'eau. Cela lui donna l'idée de construire un appareil respiratoire, qui a été employé par lui et par plusieurs autres personnes. Il consiste en une boîte, dont la capacité est d'environ *trois quarts*, contenant une éponge fortement imbibée d'eau de chaux, ou d'une autre solution alcaline. Le dessus de cette boîte est percé de trous, auxquels sont adaptés des tubes, par lesquels entre l'air ambiant, qui est ainsi forcé de passer à travers l'éponge. Un tube respiratoire, semblable à ceux décrits dans l'instruction de 1824, avec deux valves, pour que l'air expiré soit rejeté au dehors, est adapté à la partie supérieure de la boîte, et conduit l'air à la bouche de l'ouvrier, qui porte l'appareil suspendu en bandoulière. Sa figure peut être, si l'on veut, couverte d'un masque complet, tenant au tube, pour prévenir l'accès de l'air irrespirable, qui n'aurait pas été épuré en passant à travers l'éponge. (*Report on accidents in Mines*, p. 261.)

Cet appareil étant très-simple, me paraît de nature à être employé utilement dans beaucoup de cas. Il serait à désirer qu'on en fît construire quelques-uns, sur des mines où se dégage beaucoup d'acide carbonique, et qu'on s'assurât d'avance si un ouvrier peut respirer longtemps, sans fatigue, à travers l'éponge imbibée de Roberts.

ERRATUM.

A la page 102, 2e et 3e lignes en remontant, § 4,

Au lieu de :	Hydrogène. . . .	14,98
	Carbone.	85,02
Lisez :	Hydrogène. . . .	26,06
	Carbone.	73,94

CHIMIE (EXTRAITS).

(Travaux de 1838.)

1. *Dilatation des* CRISTAUX *par la chaleur*; par M. Mitscherlich. (*Institut*, 1838, p. 58.)

Pour déterminer la dilatation que produit la chaleur dans les corps cristallisés, M. Mitscherlich emploie des cristaux groupés naturellement, ou bien il les imite en assemblant des cristaux polis, qu'il réunit au moyen d'un ciment capable de supporter la température de l'eau bouillante. Parmi les cristaux groupés naturellement, ceux qui se prêtent particulièrement à ces essais sont ceux de gypse, dans lesquels la jonction a lieu par la face *ff* (*Pl. XI, fig.* 2).

Perpendiculairement aux faces *f*, *f*, on en forme par le polissage deux autres C, parallèles entre elles (*fig.* 3), en sorte qu'on obtient un corps terminé par les faces *f* P C.

Les faces C, C, à la température où elles sont polies, ne donnent qu'une image (*fig.* 4). Mais, échauffée ou refroidie, chacune donne deux images, et l'une (*fig.* 5) montre un angle rentrant (C : C′), l'autre (même *fig.*) un angle saillant (C″ : C‴); comme ces angles, pour une différence de température de 10° c., ont une valeur d'environ 1 1/2 degré, on peut reconnaître, à la simple vue, l'inégale dilatation de ces cristaux de 10° en 10°.

La dilatation en différents sens a été examinée

d'après cette méthode dans les substances où les phénomènes qu'elle présente ont le plus d'importance, savoir : dans le gypse, le spath calcaire, le spath amer, l'arragonite, le quartz, la baryte sulfatée, etc. Pour échauffer les cristaux, on se sert d'une caisse à doubles parois, entre lesquelles on fait arriver de la vapeur d'eau ou d'alcool : dans l'intérieur de la caisse est un appareil qui assure la juste et exacte position des cristaux. On observe, au moyen d'une lunette de 3 pieds de long, l'image que forme, par la réflexion des faces des cristaux, une fente éclairée et située au-dessus du milieu de l'objectif. Les distances des images réfléchies par les deux faces observées sont mesurées au moyen de deux fils micrométriques. De ces distances, on conclut la variation des angles; d'une mesure à une autre la différence ne s'élève pas à plus d'une seconde. Au moyen de cet appareil, les variations d'angles des cristaux ont été beaucoup plus exactement appréciées qu'elles ne pouvaient l'être auparavant par la mesure de l'angle entier à différentes températures; cependant il y a eu un plus grand accord qu'on n'aurait dû s'y attendre entre les résultats de l'ancien procédé et ceux de la nouvelle méthode. On parvient à une si grande exactitude au moyen de cette dernière qu'il a été possible de déterminer la différence de la dilatation pour différents intervalles de température.

Un examen comparatif a montré que la contraction que les cristaux éprouvent par le froid et celle qui a lieu dans les combinaisons chimiques se font toujours dans le même sens, mais non dans la même proportion. Ainsi, par exemple, si la même contraction a eu lieu dans la formation

du carbonate de chaux et dans celle du carbonate de magnésie, ou en d'autres termes, si leurs atomes sont à égale distance, les poids spécifiques de ces combinaisons devraient être entre eux comme ceux de leurs atomes, par conséquent comme 632,46 est à 534,79, et comme le spath calcaire a un poids spécifique de 2,721, celui du carbonate de magnésie devrait être de 2,3; cependant il est de 3,01; ainsi, dans ce dernier composé, les atomes sont plus près les uns des autres et la masse est plus dense; il y a donc eu une contraction, et comme l'angle du rhomboèdre de spath calcaire est de 105° 4', tandis que celui du rhomboèdre de la magnésie carbonatée est de 107° 22' 1/2, cette contraction a dû se faire dans la même direction que celle qui s'opère par le refroidissement.

---

2. *Recherches sur les* DENSITÉS DES VAPEURS; par M. Bineau. (Ann. de Ch., t. 68, p. 416.)

Les corps sur lesquels j'ai opéré ont été gazéifiés, tantôt à l'aide de la chaleur en suivant le procédé de M. Gay-Lussac ou celui de M. Dumas, tantôt sans élever la température, en opérant dans le vide barométrique, ou bien en laissant la vaporisation s'effectuer, soit dans l'air sec, soit dans de l'hydrogène. Voici les résultats auxquels mes expériences m'ont conduit.

	Densités.	Formules atomiques correspondant aux densités.
Acide azotique quadrhydraté. . . .	1,27	$\frac{Az^2O^5,4H^2O}{10}$
Acide formique hydraté, probablem[t].	1,59	$\frac{C^4H^2O^3,H^2O}{4}$
Acide chlorhydrique hydraté. . . .	0,69	$\frac{Cl^2H^2,16H^2O}{36}$
Acide sélenhydrique.	2,79	$\frac{H^2Se}{2}$
Acide tellurhydrique.	4,49	$\frac{H^2Te}{2}$
Chlorure solide de cyanogène. . . .	6,39	$\frac{Cl^6.C^{12}Az^6}{4}$
Bromure de cyanogène.	3,61	$\frac{Br^2.C^4Az^2}{4}$
Peroxichlorure de chrôme.	5,52	$\frac{2CrO^3+CrCl^6}{6}$
Iodhydrate d'hydrogène phosphoré.	2,77	$\frac{I^2H^2,\ P^2H^6}{8}$
Bromhydrate *id.*	1,91	$\frac{Br^2H^2,\ P^2H^6}{8}$
Chlorhydrate *id.*	1,22	$\frac{Cl^2H^2,\ P^2H^6}{8}$
Carbonate anhyd. d'ammoniaque. .	0,90	$\frac{C^2O^2,\ Az^2H^6}{6}$
Sulfhydrate *id.*	0,88	$\frac{S^2H^4,\ Az^2H^4}{8}$
Tellurhydrate *id.*	1,32	$\frac{Te^2H^4,\ Az^2H^6}{8}$
Chlorhydrate *id.*	0,89	$\frac{Cl^2H^2,\ Az^2H^6}{8}$

---

3. *Nouvelle* PISSETTE ; par M. Levol. (Ann. de Ch., t. 68, p. 222.)

Cette pissette se compose d'un petit tube droit

rétréci à son extrémité supérieure, l'autre étant engagée dans le bouchon du flacon où se trouve l'eau, à la manière ordinaire; mais on y ajoute un tube courbé en siphon, dont l'une des branches plonge jusqu'au fond du flacon, et l'autre reste dehors. Il est évident qu'alors, l'appareil étant renversé, l'écoulement a lieu suivant la hauteur de la colonne d'eau, sous la pression atmosphérique, et pourra être accéléré si l'on souffle par la branche extérieure du siphon.

---

4. *Composition d'une* ENCRE INDÉLÉBILE; par M. Traille. (Edimb. Journ., juillet 1838.)

On dissout, à l'aide de la chaleur, du gluten frais dans de l'acide pyroligneux. Il en résulte un liquide savonneux, que l'on étend jusqu'à ce qu'il n'ait plus que la force du vinaigre ordinaire; on incorpore ensuite à chaque once de ce liquide de huit à dix grains du meilleur noir de fumée et un grain et demi d'indigo.

Cette encre a une bonne couleur; elle coule bien de la plume; elle sèche vite; une fois séchée, le frottement ne l'enlève pas; on ne la détruit pas en la trempant dans l'eau; les réactifs chimiques qui détruisent l'encre ordinaire ne l'altèrent pas, à moins qu'ils n'attaquent le tissu même du papier.

---

5. *Sur la dilatation de l'*AIR SEC *entre* 0° *et* 100°; par M. Rudberg. (Ann. de Pog., t. 41, p. 271, et t. 44, p. 119.)

En mesurant directement l'augmentation de volume de l'air sec sous une même pression, et

l'augmentation d'élasticité sous un même volume, j'ai trouvé que le coefficient de la dilatation de l'air sec, et par conséquent de tous les gaz, de 0° à 100°, n'est pas 0,375, mais 0,36457, en nombre rond 0,365.

---

6. *Sur le* SULFURE DE PHOSPHORE; par M. Levol. (Ann. de Ch., t. 67, p. 331.)

On prépare aisément le sulfure de phosphore composé de 3 parties de soufre et 8 parties de phosphore, en broyant ensemble les deux substances dans un mortier de porcelaine, avec une petite quantité d'eau tiède. Ce sulfure est d'un jaune citrin, transparent et de consistance pâteuse à 15°; lorsqu'on le fait bouillir dans l'eau, la liqueur se trouble, elle devient légèrement acide, et elle manifeste en même temps une odeur hépatique très-sensible.

Ce sulfure de phosphore se liquéfie lorsqu'on le met en contact avec du polysulfure d'hydrogène, et après cela il produit avec l'eau le phénomène qui vient d'être indiqué. Il paraît que pendant sa préparation en présence de l'eau, il se forme du polysulfure qui se combine avec lui, et qui plus tard s'en sépare peu à peu dans l'eau chaude, en se décomposant.

---

7. *Préparation du* SULFURE DE PHOSPHORE; par M. Böttger. (Ann. de Phar., t. 28, p. 207.)

On peut préparer très-facilement et sans danger le sulfure de phosphore par le procédé suivant: on chauffe un morceau de phosphore avec une dissolution alcoolique de sulfure de potassium

obtenue en saturant avec du soufre une dissolution alcoolique de potasse. Lorsque le morceau de phosphore est bien fondu, on agite la dissolution et on laisse la liqueur reposer dans un endroit obscur, le flacon étant débouché. Il se dépose une quantité considérable d'hyposulfite de potasse. On chauffe la dissolution à l'ébullition, puis on l'étend d'eau. Le sulfure de phosphore se sépare sous la forme d'un liquide très-fluide et transparent, ne renfermant pas de soufre en excès, et susceptible de dissoudre encore une quantité notable de phosphore. La dissolution dans l'éther peut être conservée pendant plusieurs jours dans un endroit obscur; mais, à la lumière, elle ne tarde pas à se troubler; une goutte projetée sur un papier à filtrer donne lieu à une inflammation au bout de 1 ou 2 minutes. La dissolution éthérée du sulfure de phosphore est plus phosphorescente dans l'obscurité que la dissolution du phosphore dans l'éther ou dans les huiles.

Projeté sur de l'iode, le sulfure de phosphore prend feu et continue ensuite à brûler. Si dans la préparation du sulfure de phosphore on ne laisse le phosphore avec la dissolution alcoolique de sulfure de potassium qu'un ou deux jours au lieu de quatre, on n'obtient en étendant d'eau qu'un produit qui laisse déposer des cristaux de phosphore.

---

8. *Sur l'*ACIDE CHLOROSULFURIQUE *et la* SULFAMIDE; par M. V. Regnault, ingénieur des mines. (Ann. de Chim., t. 69, p. 170.)

On obtient ce composé mélangé avec de la liqueur des Hollandais, quand on fait arriver dans

un ballon du chlore sec et un mélange de gaz oléfiant et d'acide sulfureux tel qu'on l'obtient par la réaction de l'acide sulfurique très-concentré sur l'alcool. Les proportions des deux liqueurs sont variables dans les diverses périodes de l'opération : c'est vers la fin que la liqueur chlorosulfurique se produit en plus grande abondance.

Cette liqueur, versée dans l'eau, tombe d'abord au fond sous la forme de gouttes huileuses ; mais bientôt elle se dissout avec élévation de température, et la liqueur des Hollandais non altérée se sépare. En se dissolvant dans l'eau, la liqueur chlorosulfurique décompose 1 at. d'eau, et se change en acide hydrochlorique et acide sulfurique. La décomposition est beaucoup plus rapide dans une dissolution de potasse. Cette réaction montre suffisamment que la liqueur chlorosulfurique a été formée par la combinaison de 1 at. d'acide sulfureux avec 2 at. de chlore. C'est au reste ce que l'analyse de la substance donne exactement.

J'ai cherché à produire directement la combinaison des deux gaz chlore et acide sulfureux ; mais aucun des essais que j'ai tentés dans ce but n'a réussi.

J'ai fait arriver les gaz dans le même appareil où la combinaison s'effectuait en présence du gaz oléfiant ; mais je n'ai pas obtenu une trace du produit. J'ai alors amené les deux gaz dans un tube de verre rempli de fragments de verre qui a été chauffé successivement jusqu'au rouge ; mais il n'y a pas eu d'action sensible. Je n'ai pas été plus heureux en remplaçant les fragments de verre par de l'éponge de platine.

Un mélange de chlore et d'acide sulfureux a

été exposé pendant plusieurs jours au soleil dans un flacon fermé, sans que l'on pût remarquer le moindre changement.

La combinaison du chlore avec l'acide sulfureux est donc déterminée ici par le fait seul de la réaction du chlore sur le gaz oléfiant, et par la production de la liqueur des Hollandais.

La formule de l'acide chlorosulfurique est SO^2Cl^2, la densité de sa vapeur est 4,652; cette substance résulte de la combinaison de 1 vol. d'acide sulfureux et de 1 vol. de chlore, les deux volumes condensés en un seul. Elle correspond, par sa composition et son mode de condensation, à l'acide sulfurique : c'est l'acide sulfurique dans lequel 1 éq. d'oxygène est remplacé par 1 éq. de chlore. L'acide chlorosulfurique est l'analogue du gaz chlorocarbonique; il est, par rapport aux acides sulfureux et sulfurique, ce que ce dernier gaz est par rapport à l'oxide de carbone et à l'acide carbonique.

La liqueur chlorosulfurique se décompose rapidement au contact de l'eau, et plus vivement par l'alcool. Elle peut être distillée sur de la chaux ou de la baryte bien sèches; mais ces deux bases prennent feu dans sa vapeur.

L'ammoniaque sèche la décompose d'une manière remarquable : il se forme de l'hydrochlorate d'ammoniaque et une nouvelle substance, la *sulfamide* $SO^2Az^2H^4$. Cette substance est très-soluble dans l'eau ; elle ne précipite ni par les sels de baryte ni par le chloride de platine; mais par une ébullition prolongée, elle se change en sulfate d'ammoniaque ordinaire.

Cette décomposition de l'acide chlorosulfurique par l'ammoniaque m'a conduit à examiner de

nouveau le produit de l'action de l'ammoniaque sur le gaz chlorocarbonique. Ce produit a été considéré jusqu'ici comme un véritable sel, un chlorocarbonate d'ammoniaque qui, en se dissolvant dans l'eau, se changeait en hydrochlorate et carbonate d'ammoniaque. J'ai reconnu qu'il se formait, dans cette circonstance, un mélange de sel ammoniac et de *carbamide*. En effet, si on dissout la substance dans l'eau, on a une liqueur qui fait une vive effervescence avec les acides forts et concentrés, mais qui ne laisse rien dégager par l'addition d'un acide étendu ou d'un acide organique comme l'acide acétique. Ainsi, l'acide carbonique n'existait pas tout formé dans la liqueur, il se produit seulement par l'influence des acides puissants : c'est le caractère des amides. La dissolution ne précipite aussi nullement l'eau de baryte et l'eau de chaux.

La carbamide n'est d'ailleurs pas l'urée, comme on l'a cru jusqu'ici; elle ne se concrète pas par l'acide nitrique. On se rend facilement raison de la différence qui existe entre ces deux composés isomères, en regardant l'atome de carbamide comme formé de $CO.Az^2H^4$, et l'atome d'urée comme $C^2O^2Az^4H^8$; ce qui est d'accord avec ce que nous savons sur la capacité de saturation de l'urée considérée comme base organique.

L'existence du composé chlorosulfurique SO^2Cl^2 me paraît lever tous les doutes qui pouvaient encore exister sur la composition des substances que, d'après M. Rose, on désigne sous le nom de *bichrômate de perchlorure de chrôme*, de *bitungstate de perchlorure de tungstène*, de *bimolybdate de perchlorure de molybdène*. Les acides chrômique, tungstique, molybdique,

présentent la même composition que l'acide sulfurique; ils sont isomorphes avec cet acide; et, de même que l'acide sulfurique, ils peuvent échanger 1 éq. d'oxygène contre 1 éq. de chlore, et former des acides *chlorochrômique*, *chlorotungstique*, etc., etc., qui correspondent à l'acide chlorosulfurique par leur composition et le mode de condensation de leurs éléments. Au reste, je dois dire que M. Persoz est le premier qui ait envisagé la composition du bichrômate de perchlorure de chrôme sous ce point de vue.

Ainsi, nous avons ici quelques termes d'une série de composés chlorurés qui certainement prendra plus d'extension par la suite; et, en traitant ces substances par le gaz ammoniac sec, on peut espérer d'obtenir une série d'amides correspondantes.

---

9. *Formation du* PERCHLORURE DE SOUFRE *cristallisé;* par M. Millon. (Acad. des sc., t. 6, p. 207.)

En faisant passer du chlore à travers du chlorure de soufre qui paraissait déjà saturé de ce gaz, j'ai obtenu des cristaux qui constituent un degré de chloruration supérieur.

Ces cristaux étaient jaunes et répandaient une vive odeur de chlorure de soufre : ils se volatilisaient rapidement et complétement en produisant des vapeurs blanches. Dans l'eau ils faisaient entendre un frémissement semblable à celui d'un fer rouge, et disparaissaient en donnant lieu à un léger dépôt de soufre. Ils se dissolvaient très-bien dans le chlorure jaune, et le coloraient fortement en rouge.

---

10. *Sur plusieurs* NOUVEAUX CHLORURES ; par M. H. Rose. (Répert. de Ch., tom. 5, p. 171.)

Lorsque l'on fait passer de l'acide sulfurique anhydre en vapeur dans du chlorure de soufre, $SCl^4 + S^3$, en ayant soin de maintenir la température au-dessous de 0° c., on obtient une liqueur brune, et il ne se dégage aucun gaz. Mais pour peu que la température s'élève, il se produit un dégagement tumultueux d'acide sulfureux qui peut occasionner la rupture des vases.

Si en préparant cette liqueur on a soin d'y laisser un peu de chlorure de soufre, après que le dégagement d'acide sulfureux s'est effectué, on peut la distiller à 30 ou 40°, et il passe à la distillation un corps particulier liquide, qui, après avoir été rectifié, ne bout plus qu'à 145° c. Ce liquide est incolore, huileux, d'une pesanteur spécifique de 1,8207, et répand des fumées dans l'air. Mis dans l'eau, il s'y dissout, mais lentement, et en se transformant en un mélange d'acide sulfurique et d'acide hydrochlorique. Sa composition est $SCl^6 + 5SO^3$.

Lorsque l'on fait passer de la vapeur d'acide sulfurique anhydre dans du chlorure de phosphore liquide, on obtient, en distillant la liqueur, un composé de sulfate de chlorure de soufre et de phosphate du même chlorure.

En substituant le chlorure de sélénium au chlorure précédent, il se produit un double sulfate de chlorure, composé de 2 $(SCl^6 + 5SO^3) + 5(SeCl^6 + SeO^3)$.

Le chlorure d'étain et divers autres chlorures métalliques donnent, avec l'acide sulfurique an-

hydre, des composés analogues à ceux dont il vient d'être fait mention.

Quand on fait passer des vapeurs d'acide sulfurique anhydre dans du brôme tenant du soufre en dissolution, les vapeurs sont absorbées, mais sans qu'il se forme de combinaisons particulières et sans qu'il y ait dégagement d'acide sulfureux.

---

11. *Sur l'essence de menthe et sur un nouveau* CARBURE D'HYDROGÈNE *qui en dérive;* par M. Walter. (Acad. des sc., tom. 6, pag. 472.)

L'essence de menthe cristallisée et pure se fond à 34° c. et bout à 213°,5. Elle est composée de :

C^{40}.	1530,40	—	0,7727
H^{40}.	250,00	—	0,1262
O^{2}.	200,00	—	0,1011

La densité de sa vapeur a été trouvée de 5,62 : la formule donne 5,455.

En ajoutant à cette essence en fusion de petites quantités d'acide phosphorique anhydre, jusqu'à ce que toute élévation de température ait cessé, distillant, et redistillant ensuite le produit avec de l'acide phosphorique anhydre, on obtient un liquide transparent qui bout à 163° c., et que je désigne sous le nom de *menthène.* Cette substance est composée de :

C^{40}.	1530,40	—	0,8718
H^{36}.	225,00	—	0,1282

J'ai trouvé la densité de sa vapeur de 4,93 à 4,94 : le calcul donne 4,835. En se volatilisant elle brunit et s'altère légèrement.

---

12. *Sur un nouveau* CARBURE D'HYDROGÈNE; par M. Cahoure. (Acad. des sc., tom. 6, pag. 656.)

En traitant l'huile de pomme de terre, qui est un alcool, par l'acide phosphorique anhydre, et lui faisant subir plusieurs distillations sur cet acide, on obtient un liquide huileux, léger, d'une odeur aromatique, bouillant vers 160°, et composé de :

C^{20}.	0,86
H^{20}.	0,14

C'est donc un véritable carbure d'hydrogène, ayant même composition que le méthylène et le gaz oléfiant, et ne différant de ceux-ci que par l'état de condensation de ses éléments. J'ai trouvé la densité de sa vapeur de 5,06 : calculée, elle serait de 4,904, en supposant que $C^{10}\,H^{20}$ représente 2 volumes.

---

13. *De l'action du* CHLORE *sur la liqueur des Hollandais et sur le chlorure d'Aldéhydène*; par M. V. Regnault, ingénieur des mines. (Ann. de Chim., t. 69, p. 151.)

Le chlore sec n'a pas sensiblement d'action sur le gaz $C^4H^6Cl^2$ à la lumière diffuse; sous l'influence directe des rayons solaires, il s'établit une réaction, mais on n'obtient qu'une quantité assez faible de produit. Le meilleur moyen de produire la réaction consiste à faire traverser au gaz du perchlorure d'antimoine. Celui-ci en absorbe une énorme quantité, et il ne se dégage absolument rien. Quand on soumet ensuite le chlorure à la distillation, il passe un liquide

d'une odeur suave analogue à celle de la liqueur des Hollandais. La densité de cette liqueur est 1,422 à la température de 17°. Elle bout à 115°. La formule est $C^4H^6Cl^6$ qui doit être écrite $C^4H^4Cl^4 + H^2Cl^2$, comme le démontre la manière dont cette substance se comporte avec la dissolution alcoolique de potasse. La densité de sa vapeur est 4,607, de sorte que la formule ci-dessus représente 4 vol. de vapeur.

La substance $C^4H^6Cl^6$ traitée par une dissolution alcoolique de potasse se décompose en acide hydrochlorique qui forme du chlorure de potassium, et en une nouvelle substance très-volatile d'une odeur alliacée qui bout vers 35° et dont la densité est 1,250 à 15°. La formule de cette substance est $C^4H^4Cl^4$ représentant encore 4 vol. de vapeur. La densité de sa vapeur est en effet 3,352.

On voit d'après cela que le chlore exerce sur le chlorure d'Aldéhydène une action en tout semblable à celle qu'il exerce sur le gaz oléfiant, il enlève 2 at. d'hydrogène qu'il remplace par 2 at. de chlore, et la nouvelle substance produite $C^4H^4Cl^4$ reste en combinaison avec l'acide hydrochlorique formé et donne le liquide $C^4H^4Cl^4 + H^2Cl^2$. La substance $C^4H^4Cl^4$, de même que sa combinaison avec l'acide hydrochlorique $C^4H^4Cl^4 + H^2Cl^2$, exposée au soleil dans un excès de chlore, se change en perchlorure de carbone C^4Cl^{12}.

La liqueur des Hollandais $C^4H^6Cl^2 + H^2Cl^2$, soumise à l'action du chlore, donne, avant de passer à l'état de perchlorure de carbone, plusieurs produits intermédiaires. Le premier pro-

duit est la substance $C^4H^4Cl^4 + H^2Cl^2$ que nous avons déjà obtenue par l'action du chlore sur la substance $C^4H^6Cl^2$.

La seconde a pour composition $C^4H^4Cl^8$. Sa densité est 1,576 à la température de 19°. Elle bout vers 135°. La densité de sa vapeur est 5,792, la formule ci-dessus correspond à 4 vol. de vapeur. Traitée par une dissolution de potasse, elle abandonne une portion de son hydrogène et de son chlore à l'état d'acide hydrochlorique. De sorte que la composition de cette substance est la suivante $C^4H^2Cl^6 + H^2Cl^2$.

Traitée par le chlore au soleil, cette substance perd complétement son hydrogène qui est remplacé par une quantité équivalente de chlore, et se change en perchlorure de carbone C^4Cl^{12}. La densité de vapeur de ce perchlorure est 8,164, la formule représentant encore 4 vol. de vapeur.

Le perchlorure de carbone décomposé par la chaleur abandonne une portion de son chlore et se change en chlorure C^4Cl^8. Ce chlorure est liquide; il bout vers 120°. Ce n'est autre chose que l'hydrogène bicarboné C^4H^8 dans lequel tout l'hydrogène est remplacé par son équivalent en chlore.

Enfin, en faisant passer plusieurs fois le chlorure C^4Cl^8 à travers un tube fortement chauffé, il abandonne encore une portion de son chlore et se change en une substance cristalline blanche, qui a pour composition C^4Cl^4. C'est le chlorure de carbone, qui a été trouvé par hasard, il y a plusieurs années, par M. Julin d'Abo, dans une

bouteille d'acide nitrique, et qui depuis cette époque n'a jamais pu être reproduit.

On voit, d'après cela, qu'en faisant agir le chlore sur le gaz oléfiant, on peut isoler deux séries de produits :

	C^4H^8
$C^4H^6Cl^2+H^2Cl^2$	$C^4H^8Cl^2$
$C^4H^4Cl^4+H^2Cl^2$	$C^4H^6Cl^4$
$C^4H^2Cl^6+H^2Cl^2$	$C^4H^2Cl^6$
$C^4Cl^8+Cl^4$	C^4Cl^8

dont chaque terme représente 4 vol. de vapeur. La seconde série renferme une série de termes qui ne sont autre chose que la même molécule de gaz oléfiant, dans laquelle une quantité plus ou moins grande d'hydrogène est remplacée par une quantité correspondante de chlore.

Quand le chlore agit sur l'hydrogène bicarboné, on sait qu'il se dégage une quantité notable d'acide hydrochlorique dont on ne peut pas expliquer la formation d'après la nature des produits connus de la réaction. Ce dégagement d'acide avait porté plusieurs chimistes à douter de la composition admise pour la liqueur des Hollandais; il doit être attribué à plusieurs causes. Quand le chlore arrive en excès, il se forme une certaine quantité d'acide hydrochlorique par une réaction subséquente du chlore sur la liqueur des Hollandais. Une cause constante de formation d'acide hydrochlorique tient à ce que, dans la préparation du gaz oléfiant au moyen de l'alcool et de l'acide sulfurique concentré, il se produit, outre les gaz sulfureux et carbonique qui sont absorbés par la potasse, une certaine quantité

d'oxide de carbone qui avec le chlore forme du gaz chloro-carbonique. Lorsque les gaz ne sont que peu humides, on s'aperçoit de la présence du gaz phosgène par l'odeur suffocante qui le caractérise. Quand les gaz sont, au contraire, très-humides, le gaz se change en acides carbonique et hydrochlorique.

Lorsque le dégagement des gaz est très-rapide, il y a une autre cause de production d'acide hydrochlorique; elle tient à ce que l'acide sulfureux n'est plus complétement absorbé par la dissolution de potasse. Cet acide, en présence du chlore et de l'eau, produit, comme l'on sait, de l'acide sulfurique et de l'acide hydrochlorique.

Quand on prolonge pendant longtemps l'opération, et que la dissolution de potasse saturée d'acide ne peut plus retenir l'acide sulfureux; enfin quand le ballon dans lequel se produit la combinaison ne renferme pas d'eau, on voit que la production de liqueur, bien loin de diminuer par la moindre proportion de gaz oléfiant qui arrive, va au contraire en augmentant; mais ce produit a alors une odeur excessivement vive et sulfureuse : traité par l'eau il s'échauffe beaucoup, et pour ne pas perdre la plus grande partie de la liqueur des Hollandais, il faut recouvrir celle-ci d'une grande quantité d'eau. C'est que dans cette circonstance, il s'est produit en même temps que la liqueur des Hollandais une combinaison très-remarquable du chlore avec l'acide sulfureux qui se détruit au contact de l'eau en produisant beaucoup de chaleur.

14. *Méthode simple pour décolorer complètement sans distillation l'*HUILE DE PÉTROLE *du commerce*; par M. Böttger. (Ann. der Phar. t. 25, p. 100.)

On ajoute à deux livres d'huile de pétrole ordinaire, contenue dans un flacon, quatre à six onces d'acide sulfurique fumant. On bouche le flacon, on agite à différentes reprises pendant plusieurs jours, on laisse reposer. Au bout d'une huitaine l'huile est décolorée, et toutes les matières étrangères qu'elle contenait se trouvent charbonnées.

On ouvre le flacon de manière à se garantir des vapeurs d'acide sulfureux qui se dégagent, on fait passer l'huile dans un autre flacon, on l'agite à plusieurs reprises avec de l'eau, et on la décante encore. On y ajoute trois onces de chaux caustique en petits morceaux de la grosseur d'un pois, on l'agite encore plusieurs fois avec soin, et enfin on l'abandonne au repos pendant quelque temps.

L'huile est purifiée et parfaitement incolore, et très-propre à conserver le sodium et le potassium, qui ne s'y oxident aucunement.

---

15. *Mémoire sur quelques* AZOTURES *nouveaux, et sur l'état de l'azote dans plusieurs combinaisons*; par M. Millon. (Acad. des sc., t. 6, p. 353.)

Ce mémoire est divisé en deux parties; dans la première j'expose des expériences qui me conduisent aux conclusions suivantes :

1° Le brome, le cyanogène et le sulfo-cyano-

gène forment avec l'azote des combinaisons analogues à celles que forment l'iode et le chlore ;

2° Ces combinaisons ne sont point formées simplement de chlore, de brome ou d'iode et d'azote, mais encore d'ammoniaque ;

3° L'azote et l'ammoniaque ne semblent point s'y trouver dans des proportions convenables pour donner la formule des amides ;

4° La combinaison d'ammoniaque et d'iode, désignée sous le nom d'ammoniure d'iode, est une combinaison définie d'azoture d'iode ammoniacal et d'iodhydrate d'ammoniaque ;

5° Les produits résultant de l'action de l'ammoniaque gazeuse sur l'acide sulfureux anhydre et sur le chlorure de soufre, peuvent être considérés comme des composés analogues à l'ammoniure d'iode.

Dans la seconde partie du mémoire, j'expose seulement les résultats de diverses expériences que je me propose de communiquer plus tard à l'académie ; ces résultats peuvent être ainsi résumés :

1° Les combinaisons de l'azote avec le soufre, le chlore, le brome, l'iode, seraient de véritables acides auxquels les azotures métalliques serviraient de base ;

2° Les précipités que l'ammoniaque forme dans plusieurs sels, et qu'on tend à considérer aujourd'hui comme des amidures métalliques, seraient des azotures métalliques combinés à l'ammoniaque ;

3° L'ammoniaque dans ces diverses combinaisons remplirait exactement le rôle de l'eau par rapport aux acides et aux oxides ;

4° Le chlore, le brome et l'iode, dans les com-

binaisons encore si mal définies qu'ils forment avec le soufre, le phosphore, le carbone, etc., seraient aussi des acides susceptibles de se combiner avec des bases convenables, et ces bases convenables seraient les chlorures, bromures et iodures métalliques;

5° En un mot, l'azote, le chlore, le brome et l'iode pourraient, dans des combinaisons ternaires, entre un métal et un métalloïde, jouer exactement le même rôle que l'oxygène, le soufre, le sélénium et le tellure. Il y aurait des azosels, des chloro-sels, des bromo-sels, des iodosels, absolument comme il y a des oxi-sels, des sulfo-sels, etc.

---

16. *Théorie des amides.* (Ann. der Pharm., t. 24.)

M. Lōwig a développé l'idée que les amides, dans lesquels on admet d'une manière certaine la substance hypothétique N_2H_4 nommée amidogène, pouvaient être considérés comme des combinaisons de cyanogène. Il appuie cette manière de voir sur la considération que l'acide formique ($C_2H_2O_3$) peut être regardé comme une combinaison hydrogénée de l'acide oxalique (C_2O_3), puisque l'acide oxalique hydraté, d'après l'observation de Gay-Lussac, se décompose en partie au rouge, en acide formique et en acide carbonique.

Le formiate d'ammoniaque donne, à la distillation, de l'acide hydrocyanique et de l'eau, car

$H_2C_2O_3$ = acide formique.
N_2H_6 = ammoniaque.

$H_2N_2C_2$ = acide hydrocyanique.
H_6O_3 = eau.

Lorsqu'on triture de l'acide oxalique hydraté avec du cyanate de potasse, on obtient de l'acide cyanurique insoluble, c'est-à-dire que l'acide cyanique, en devenant libre, s'empare de l'eau de l'acide oxalique, et forme avec elle un corps insoluble dans l'eau. De même que l'acide cyanurique est considéré comme un hydrate, de même aussi l'oxamide peut être regardé comme un hydrate de cyanogène. Avec de l'oxalate d'ammoniaque on obtient de l'oxamide et de l'eau, car

$$\begin{array}{r}
C_2O_3 = \text{acide oxalique.} \\
N_2H_6 = \text{ammoniaque.} \\
\hline
N_2C_2H_4O_2 = \text{oxamide.} \\
H_2O = \text{eau.}
\end{array}$$

et l'on regarde ici l'oxamide comme $N_2C_2 + 2H_2O$, c'est-à-dire comme cyanogène et eau; le troisième atome d'eau est alors dégagé. Dans l'oxamide, l'eau se comporte donc, par rapport au cyanogène, comme à l'égard de l'acide cyanique dans l'acide cyanurique insoluble.

Si l'on chauffe doucement l'oxamide avec du potassium, on obtient du cyanure de potassium; la réaction est très-vive, et il se produit un fort dégagement de chaleur. Cela aurait également lieu, si le cyanogène n'existait pas tout formé dans l'oxamide, mais vraisemblablement aussi cela se ferait avec moins de promptitude et moins de force. De même que l'acide hydrocyanique et l'eau forment du formiate d'ammoniaque dans de certaines circonstances, de même aussi l'oxamide se change en oxalate d'ammoniaque.

Le chlorure de benzoïle est de l'acide benzoïque dans lequel 1 atome d'oxygène est remplacé par 2 atomes de chlore, comme cela est admis

généralement, car Cl_2, H_2, et O sont des équivalents chimiques. Le chlorure de benzoïle ($C_2O_2Cl_2 + C_{12}H_{10}$) se change en benzamide et en sel ammoniac, lorsqu'on l'expose à chaud à l'action du gaz ammoniac. Mais la benzamide peut, d'après M. Löwig, être regardée comme formée d'oxamide et de benzide ($C_{12}H_{10}$), puisqu'il considère l'acide benzoïque comme composé d'acide oxalique et de benzide.

On sait que la formule de la benzamide est $N_2C_{14}H_{14}O_2$; elle peut donc aussi être formée de $(N_2C_2 + 2H_2O) + (C_{12}H_{10})$.

La benzimide et la succinimide s'expliquent aussi également bien par cette manière de voir. Ce n'est pas la première fois que deux théories différentes expliquent la même série de phénomènes.

Il est surprenant, et cependant certain, que les acides qui donnent des amides, contiennent 3 atomes d'oxygène. Et comme l'amide s'obtient des sels ammoniacaux par la séparation d'un atome d'eau, tous ces amides possèdent de même 2 atomes d'oxygène.

Mais qu'est-ce que c'est alors que l'amide de potassium et l'amide de mercure, dans lesquels il ne se trouve ni carbone ni oxygène?

---

17. *Recherches sur les produits de la décomposition du* CYANOGÈNE *dans l'eau*; par MM. Pelouze et Richardson. (Acad. des sc., tom. 6, p. 187.)

Le cyanogène en dissolution dans l'eau se décompose, comme on sait, par l'action de la lu-

mière. Le résultat de cette décomposition est : 1° une matière noire peu soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther, soluble dans l'acide acétique et dans les alcalis caustiques, susceptible de former avec les bases de véritables sels, et dont la composition paraît être $Az^8 C^8 H^8 O^4$: 2° de l'acide carbonique; 3° de l'acide hydrocyanique; 4° de l'ammoniaque; 5° de l'oxalate d'ammoniaque; 6° de l'urée.

On a l'équation suivante :

1 at. urée.	$= Az^4 C^2 H^8 O^2$.
3 at. acide hydrocyanique.	$= Az^6 C^6 H^6$.
4 at. acide carbonique.	$= C^4 H^4 O^8$.
1 at. ammoniaque.	$= Az^2 H^6$.
1 at. oxalate d'ammoniaque.	$= Az^2 C^2 H^8 O^4$.
1 at. substance noire.	$= Az^8 C^8 H^8 O^4$.
	$Az^{22} C^{22} H^{36} O^{18}$.

---

18. *De l'*EAU *dans quelques réactions chimiques*; par M. Kuhlmann. (Ann. de Ch., t. 67, p. 209.)

Proust a fait voir que l'acide nitrique d'une densité de 1,42 n'attaque pas l'étain. M. Pelouze a constaté que l'acide acétique d'une densité de 1,063 ne décompose pas le carbonate de baryte; que les carbonates de potasse, de soude, de plomb, de zinc, de strontiane, de baryte et de magnésie, sont décomposés par l'acide acétique cristallisable; mais que l'énergie d'action est plus grande lorsqu'il y a addition d'eau et que l'action sur ces carbonates est nulle lorsqu'on dissout l'acide dans l'alcool absolu; enfin, que l'alcool anhydre, l'éther sulfurique, l'éther acétique, masquent complétement les propriétés des acides

les plus puissants : leur dissolution ne rougit pas le papier de tournesol et n'attaque pas un grand nombre de carbonates.

M. Braconnot a observé que l'acide nitrique concentré n'exerce absolument aucune action sur les carbonates de baryte et de chaux, même à la température de l'ébullition ; et que ce même acide ne peut attaquer les métaux les plus facilement oxidables, tels que le plomb, le fer et l'étain.

On a voulu attribuer ces phénomènes à l'insolubilité dans les acides des sels qui auraient pu se former; mais j'ai fait des expériences qui infirment cette explication : ainsi j'ai reconnu que la baryte n'est aucunement attaquée par l'acide sulfurique hydraté renfermant 1 at. d'eau (à 1,848 de densité); mais qu'elle l'est très-énergiquement par l'acide qui contient plus d'eau, ainsi que par l'acide de Nordhausen, et même par l'acide anhydre.

Je crois que la grande stabilité des combinaisons des acides avec l'eau, lorsque ces combinaisons ont lieu dans des proportions indiquées par le poids de leurs atomes, exerce une grande influence sur les résultats précités, et que le mélange de l'alcool ou de l'éther avec les acides a pour effet non-seulement de donner un liquide incapable de dissoudre le produit qui pourrait naître de la réaction de ces acides sur les bases, mais encore d'empêcher toute action de se manifester, en enlevant aux acides les parties d'eau qui ne sont pas retenues par une combinaison stable.

J'ai trouvé que tous les métaux qui décomposent l'eau produisent de l'ammoniaque, quand on les dissout dans l'acide nitrique ; mais que les métaux qui ne décomposent pas l'eau ne donnent pas trace d'alcali.

19. *Sur la préparation de l'*ACIDE SÉLÉNIQUE; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., t. 45, p. 337.)

On peut obtenir l'acide sélénique, soit par le procédé de M. Mitscherlich, soit d'après le moyen qu'a indiqué M. Berzélius, et qui consiste à faire passer un courant de chlore à travers une dissolution de sélénite de potasse basique.

On se procure plus aisément l'acide sélénique libre, en faisant passer un courant de chlore gazeux à travers une dissolution de chloride de sélénium ou d'acide sélénieux. Il est alors mélangé seulement d'acide hydrochlorique, mais qui, étendu et à froid, ne l'altère aucunement.

Voici comment on procède avec le sélénium : on réduit celui-ci en poudre grossière, on le met dans un vase un peu grand, et on l'humecte avec une quantité d'eau suffisante pour qu'il en soit recouvert d'une légère couche. On fait arriver lentement un courant de chlore gazeux à travers ce mélange. Le sélénium se transforme d'abord en chlorure brun liquide, puis en chloride blanc liquide, qui se dissout lui-même peu à peu dans l'excès de chlore. Quand cette dissolution est opérée, on ajoute beaucoup d'eau à la liqueur et on la sursature de chlore. On laisse ensuite cet excès de chlore s'évaporer spontanément à l'air, et on a une dissolution d'acide sélénique mélangée d'acide hydrochlorique, mais tout à fait exempte d'acide sélénieux.

---

20. *Nouvelle méthode pour enlever à l'*OXIDE DE PHOSPHORE *le phosphore dont il est mélangé*; par M. Böttger. (Ann. der Pharm., t. 29, p. 82.)

Après qu'on a brûlé le phosphore sous l'eau

par un courant de gaz oxygène, on le traite par du carbure de soufre auquel on ajoute environ un volume égal d'alcool absolu; on agite dans un flacon bien bouché, on laisse déposer, on décante; on le traite une seconde fois de la même manière, on le met à la fin sur un filtre, et on le lave d'abord avec de l'alcool, et enfin avec de l'eau; puis on le dessèche à la température ordinaire à l'air libre. L'oxide ainsi préparé est d'un rouge brun, et il serait intéressant de rechercher s'il a la même composition que l'oxide jaune préparé par M. Leverrier au moyen du chlorure de phosphore.

---

21. *Réactif pour l'*ACIDE NITRIQUE *et l'*AZOTE; par M. Desbassyns. (Institut, n° 104.)

Pour déceler la présence de l'acide nitrique dans un liquide, on y verse quelques grammes d'acide sulfurique concentré bien pur, et dès que le mélange est refroidi, on y ajoute quelques gouttes d'une solution concentrée de sulfate ferreux. S'il y a de l'acide nitrique, la liqueur se colore aussitôt en rose ou même en pourpre, et telle est la sensibilité du réactif, qu'une partie d'acide nitrique peut colorer d'une manière distincte jusqu'à 24.000 parties de liquide. La coloration est due au deutoxide d'azote qui se produit et qui reste dissous dans l'excès de sulfate ferreux.

Pour reconnaître du gaz que l'on suppose être de l'azote, on le fait détoner dans l'eudiomètre sur le mercure avec trois à six fois son volume d'un mélange à parties égales d'hydrogène et d'oxygène; on lave ensuite l'instrument avec de l'acide sulfurique, auquel on ajoute quelques

gouttes de sulfate ferreux, et s'il y a de l'azote, la petite quantité d'acide nitrique qui s'est produite pendant la détonation suffit pour colorer sensiblement la liqueur.

---

22. *Préparation des acides* OXICHLORIQUE *et* CHLORIQUE *en dissolution*; par M. O. Henry. (Journ. de Pharm., t. 25, p. 268.)

On prend 1 p. de spath fluor, que l'on mêle très-exactement avec 1 $\frac{1}{4}$ de sable siliceux pur. On introduit ce mélange dans une cornue de grès lutée, d'une assez grande capacité, et munie d'un tuyau en plomb recourbé ayant un diamètre de près d'un demi-pouce. Ce tube, assujetti au moyen d'un bouchon, vient plonger dans un petit godet rempli de mercure et placé au centre d'un vase à large ouverture, en verre ou en faïence.

D'autre part, on précipite par un excès de carbonate de soude une dissolution contenant 1 p. $\frac{1}{2}$ de sulfate de zinc cristallisé : on lave bien le précipité, puis on le délaie dans 4 à 5 p. d'eau distillée, et l'on verse ce mélange dans le vase où se trouve le godet à mercure. On introduit alors dans la cornue 6 p. d'acide sulfurique à 66° ; on laisse réagir d'abord à froid, puis on chauffe progressivement tant qu'il s'opère quelque dégagement. Le résultat de cette opération est une dissolution de fluosilicate de zinc, que l'on sépare par filtration de la silice et de l'excès de carbonate qu'elle peut contenir.

En faisant bouillir cette solution avec 1 p. $\frac{1}{2}$ d'oxichlorate de potasse, il se précipite du fluosilicate de potasse, et il reste dans la liqueur de

l'oxichlorate de zinc. Ce sel est très-soluble et même déliquescent : on le fait cristalliser, en rapprochant sa dissolution dans un lieu chaud jusqu'à consistance sirupeuse, et on le conserve dans un vase bien bouché.

Pour préparer de l'acide oxichlorique au moyen de ce sel, on en fait dissoudre une certaine quantité dans le moindre volume d'eau possible, et on y ajoute par portions et en très-léger excès une solution concentrée de baryte ; on filtre et on décompose de nouveau le liquide par de l'acide sulfurique étendu d'un dix-huitième d'eau et ajouté goutte à goutte. Si au lieu d'acide oxichlorique on veut obtenir un oxichlorate de cuivre, de fer, d'argent, etc., il suffit de remplacer l'acide sulfurique par du sulfate de cuivre, de fer ou d'argent, etc.

Si, au lieu de prendre l'oxichlorate de potasse pour décomposer le fluosilicate de zinc, on se sert de chlorate potassique pur, et que l'on conduise d'ailleurs l'opération de la même manière, le résultat est de l'acide chlorique en solution, ou un chlorate de zinc qui cristallise facilement et qui peut se conserver sans altération.

Pour doser la potasse au moyen de l'acide oxichlorique, il faut amener cet alcali à l'état d'acétate et dissoudre cet acétate à chaud dans de l'alcool à 32°, qui ne dissout aucunement l'oxichlorate de potasse.

---

23. *Sur la formule rationnelle de l'*ACIDE TARTRIQUE *et sur quelques combinaisons de chimie organique*; par M. C. Gerhardt. (Rép. de Chim., t. 5, p. 222.)

Dans son excellent mémoire sur la constitution

des acides organiques, M. Liebig a fait voir qu'il faut doubler l'atome de l'acide tartrique, tel qu'il avait été admis jusqu'à présent. Cet illustre chimiste envisage cet acide comme un acide *bi-atomique*, de la manière suivante :

$C_8 H_8 O_{10} + 2$ aq.	acide cristallisé.
$C_8 H_8 O_{10} + \left\{ \begin{array}{l} aq. \\ KO \end{array} \right.$	sel de potasse acide.
$C_8 H_8 O_{10} + 2\, KO$	sel de potasse neutre.
$C_8 H_8 O_{10} + \left\{ \begin{array}{l} KO \\ NoO \end{array} \right.$	sel de Seignette.
$C_8 H_8 O_{10} + \left\{ \begin{array}{l} KO \\ N_2 H_8 O \end{array} \right.$	tartre ammoniacal.
$C_8 H_8 O_{10} + 2\, Ag O$	sel d'argent.

Tous ces sels sont parfaitement d'accord entre eux ; l'oxygène de la base est à celui de l'acide comme 2 : 10.

Cependant l'émétique, considéré sous le même point de vue, semble présenter une anomalie particulière; car ce sel, privé de son eau de cristallisation, peut être représenté de la manière suivante :

$$C_8 H_8 O_{10} + \left\{ \begin{array}{l} KO \\ Sb_2 O_3 \end{array} \right.$$

On voit, d'après cette formule, que l'émétique diffère des tartrates ordinaires, en ce que le rapport de l'oxygène de la base à celui de l'acide n'y est plus comme 2 : 10, mais comme 4 : 10.

Enfin, MM. Dumas et Liebig ont observé que l'émétique perd encore 2 atomes d'eau, lorsqu'on le chauffe jusqu'à 250°; il devient alors :

$$C_8 H_4 O_8 + \left\{ \begin{array}{l} KO \\ Sb_2 O_3 \end{array} \right.$$

Lorsqu'on met ce sel, ainsi chauffé, en contact

avec de l'eau, il reprend les 2 atomes que la chaleur lui avait fait perdre, et on obtient le sel primitif, dans lequel l'acide tartrique se trouve inaltéré. Aucun autre tartrate ne peut être chauffé ainsi, sans éprouver d'altération.

M. Liebig considère ce fait comme un cas particulier, et il admet que dans l'émétique chauffé à 250° le corps $C_8 H_4 O_8$ n'est plus de l'acide tartrique. Il s'appuie, à cet effet, sur la décomposition qu'éprouvent les tartrates, quand on les chauffe à 220° avec de l'hydrate de potasse. M. Gay-Lussac a observé que, dans ce cas, aucun dégagement de gaz n'a lieu, mais qu'il se forme exactement 1 atome d'acétate et 2 atomes d'oxalate de potasse.

Lorsqu'on suppose encore dans l'acide tartrique 2 at. d'eau préexistants, dit M. Liebig, il faudrait également admettre que l'acide acétique anhydre, tel qu'il a été représenté jusqu'à présent, renfermerait encore 1 atome d'eau :

$$\begin{array}{ll} C_4 H_4 O_3 + H_2 O & \text{acide acétique anhydre.} \\ \underline{C_4 \quad O_6} & \text{2 at. acide oxalique.} \\ C_8 H_4 O_8 & \text{ac. tartrique dans l'émét. à 250°.} \end{array}$$

D'après la formule de l'acide dans le sel d'argent, on obtiendrait :

$$\begin{array}{ll} C_4 H_8 O_4 & \text{acide acétique hydraté.} \\ \underline{C_4 \quad O_6} & \text{2 at. ac. oxalique anhydre.} \\ C_8 H_8 O_{10} & \end{array}$$

Enfin, M. Liebig cite encore la décomposition de l'acide citrique par la potasse, qu'il exprime ainsi :

$$\left.\begin{array}{l} C_{12} H_{10} O_{11} \\ H_2 O \end{array}\right\} = \begin{array}{l} 2C_4 H_6 O_3 \\ 2C_2 \quad O_3 \end{array}$$

Comme c'est précisément la décomposition par la potasse qui fait pencher cet illustre savant en

faveur de la formule $C_8 H_8 O_{10}$, qu'il me soit permis d'exposer ici quelques notions générales sur ce genre de décomposition, afin de prouver que l'émétique ne présente aucune anomalie, et qu'il rentre parfaitement dans la classe des tartrates ordinaires.

Lorsqu'on considère l'action de la potasse ou de toute autre base forte sur une substance organique quelconque, on ne saurait nier la loi générale suivante : *la base enlève aux éléments du corps soumis à son action un acide* quelconque. Si le corps organique est déjà acide, la base, en le décomposant, lui enlèvera un acide plus fort, donc un acide d'une constitution plus simple et résistant à la température à laquelle la décomposition a lieu.

Ce fait posé, il s'agit de savoir si cette production d'un acide s'opère sans le concours d'aucun autre corps, ou bien si l'intervention d'un tiers est nécessaire. Or, l'expérience nous prouve que, pour les corps organiques chlorurés, tels que la liqueur des Hollandais, la chloro-benzine, etc., cette acidification consiste tout simplement dans l'enlèvement direct d'un ou de plusieurs équivalents d'acide chlorhydrique.

Cependant, pour les corps organiques non chlorurés, qui contiennent du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, on observe constamment une acidification aux dépens des éléments de l'eau, de manière qu'il se forme d'un côté une combinaison plus oxygénée, et de l'autre un corps plus hydrogéné. Quelques exemples suffiront pour mettre ce fait hors de doute :

Acide oxalique. En faisant fondre de l'acide oxalique avec de l'hydrate de potasse, on obtient du carbonate et du formiate de potasse :

2 at. acide oxalique $= C_4 O_6$

	$C^2 O^3$	$C_2 O_3$
1 at. eau	$= H_2$	O
	$C_2 H_2 O_3$	$C_2 O_4 = 2 C O_2$

Allantoïne. D'après Vöhler et Liebig, on obtient de l'ammoniaque et de l'acide oxalique.

1 allantoïne $= C_8 N_8 H_{10} O_8$

	$N^8 H^{10}$	$C^8 O^5$
7 at. eau	$= H^{14}$	O^7
	$N^8 H^{24}$	$C^8 O^{12}$
	$= 4 N_2 H_6$	$= 4 C_2 O_3$

Cyanogène. Donne du cyanate et du cyanhydrate de potasse.

2 cyanogène $= C_4 N_4$

	$C_2 N_2$	$C_2 N_2$
1 at. eau	$= H_2$	O
	$C_2 N_2 H_2$	$C_2 N_2 O$

Mellon. Donne de l'ammoniaque et du cyanate.

1 mellon $= C_6 N_8$

	N_2	$C_6 N_6$
3 at. eau	$= H_6$	O_3
	$N_2 H_6$	$C_6 N_6 O_3 = 3 (C_2 N_2 O)$

Acide citrique. Fournit de l'acétate et de l'oxalate.

1 acide citrique $= C_{12} H_{10} O_{11}$

$C_8 H_{10} O_6$	$C_4 O_5$
H_2	O
$C_8 H_{12} O_6$	$C_4 O_6$
$= 2 C_4 H_6 O_3$	$= 2 C_2 O_3$

Chloral. Ce corps étant oxygéné, la potasse lui enlève un acide oxygéné, de préférence à l'acide chlorhydrique.

1 chloral = $C_4\,H_2\,O_2\,Cl_6$

$C_2\,Cl_6$ H_2	$C_2\,H_2\,O_2$ O
$C_2\,H_2\,Cl_6$ (chloroforme)	$C_2\,H_2\,O_3$ (formiate)

Toutes ces décompositions sont parfaitement identiques avec un fait bien connu de chimie minérale, c'est-à-dire avec l'action de la potasse sur le phosphore.

4 at. phosphore = P^4

	P_2	P_2
3 at. eau	$= H_6$	O_3
	$P_2\,H_6$	$P_2\,O_3$

dans laquelle il se forme d'un côté de l'hydrogène phosphoré, et de l'autre de l'acide phosphoreux, dont la formation a été provoquée par la base.

Je veux encore indiquer les exemples suivants:

Amygdaline. Ce corps, sous l'influence de la potasse, se transforme en acide amygdalique, qui reste combiné avec la base, et en ammoniaque, qui se dégage.

1 amygdaline = $C_{40}\,N_2\,H_{54}\,O_{22}$

	$N_2\,H_2$	$C_{40}\,H_{52}\,O_{22}$
2 at. eau	$= H_4$	O_2
	$N_2\,H_6$	$C_{40}\,H_{52}\,O_{24}$

Acide prussique. On obtient de l'ammoniaque et un formiate.

$$1 \text{ acide prussique} = C_2\,N_2\,H_2$$

	N_2	$C_2\,H_2$
3 at. eau	$= H_6$	O_3
	$N_2\,H_6$	$C_2\,H_2\,O_3 =$ formiate

On pourrait encore multiplier ces exemples, mais je crois que ceux que je viens d'exposer suffiront pour qu'on n'hésite pas à admettre la proposition suivante :

« Toutes les fois qu'une base hydratée décompose un corps organique quelconque, cette action a lieu aux dépens des éléments de l'eau, de telle façon que les molécules du corps organique se groupent de la manière la plus favorable pour former un corps oxygéné d'un côté, et un corps hydrogéné de l'autre, indécomposables tous les deux à la température à laquelle cette action a lieu. »

On conçoit que la température à laquelle s'opère cette décomposition doit être d'une haute importance, en ce que les produits varient suivant qu'elle est plus ou moins élevée; car, en chauffant, par exemple, le mélange d'acide citrique et de potasse plus haut que 220°, l'acide oxalique et l'acide acétique résultant de cette action se décomposeront à leur tour, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on obtienne enfin des produits d'une composition extrêmement simple, d'un équilibre plus stable, des produits, pour ainsi dire, inorganiques, qui ne se décomposent plus.

Eh bien, pour revenir à l'acide tartrique, appliquons-y maintenant la formule générale, et nous aurons :

1 ac. tartrique dans l'émétique à 250° = $C_8 H_4 O_8$

$C_4 H_4 O_3$	$C_4 O_5$
H_2	O
$C_4 H_6 O_3$	$C_4 O_6$

En considérant, au contraire, la formule $C_8 H_8 O_{10}$ comme acide anhydre, on n'obtiendra jamais le corps que fournit l'expérience, de quelque manière qu'on veuille se représenter le groupement des éléments, pour former le corps hydrogéné et le corps oxygéné.

Comme il est impossible, en se servant de la formule $C_8 H_8 O_{10}$, de faire coïncider la décomposition par la potasse avec la règle générale, on est conduit à admettre pour l'acide tartrique et pour ses sels la composition suivante :

$C_8 H_4 O_8 +$ 4 aq. acide cristallisé.

$C_8 H_4 O_8 + \left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ aq.} \\ KO \end{array} \right.$ sel de potasse acide.

$C_8 H_4 O_8 + \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ aq.} \\ 2KO \end{array} \right.$ sel de potasse neutre.

$C_8 H_4 O_8 + \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ aq.} \\ KO \\ NaO \end{array} \right.$ sel de Seignette.

$C_8 H_4 O_8 + \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ aq.} \\ KO \\ N_2 H_8 O \end{array} \right.$ tartre ammoniacal.

$C_8 H_4 O_8 + \left\{ \begin{array}{l} 2 \text{ aq.} \\ 2 Ag.O \end{array} \right.$ sel d'argent.

Ce sel d'argent est alors analogue au méconate d'argent =

$C_{14} H_2 O_{11} + \left\{ \begin{array}{l} \text{aq.} \\ 2 Ag O \end{array} \right.$ et au quinate.

$C_{14} H_{16} O_8 + \left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ aq.} \\ Ag O \end{array} \right.$

Enfin on a encore :

$C_8H_4O_8 + \left\{ \begin{array}{l} KO \\ Sb_2O_3 \end{array} \right. + aq.$ émétique à 100°.

$C_8H_4O_8 + \left\{ \begin{array}{l} KO \\ Sb_2O_3 \\ 2\,aq. \end{array} \right.$ émétique à 250°.

$C_8H_4O_8 + \left\{ \begin{array}{l} C_4H_{10}O \\ 3\,aq. \end{array} \right.$ acide tartrovinique.

$C_8H_4O_8 + \left\{ \begin{array}{l} C_4H_{10}O \\ BaO \\ 2\,aq. \end{array} \right.$ tartrovinate de baryte.

Dans tous ces sels, le rapport de l'oxygène de la base à celui de l'acide est *constant ;* il est comme 4 : 8. L'acide tartrique est alors, d'après la manière de voir qu'a adoptée M. Liebig, un acide *quadri-atomique*, et les 2 at. d'eau qu'on avait admis comme étant inhérents à la constitution de l'acide, font partie de la base et ne peuvent être expulsés par la chaleur.

La décomposition des corps organiques par les bases est d'une haute importance pour la chimie ; car, d'après l'aperçu général que je viens d'en donner, on sera dans le cas de trouver par une simple opération de calcul la composition de l'un des produits de décomposition, la composition du corps primitif et celle de l'autre produit étant connues. On sait, par exemple, que par l'action ménagée de la potasse, l'hydrate de benzoïle se transforme en acide benzoïque et en un autre corps huileux, qui contiendra évidemment plus d'hydrogène que l'acide benzoïque ; et que l'hydrate de benzoïle, l'essence de valériane, celle de cannelle, sont dans le même cas. Enfin, il est à présumer que l'acide eugénique, qu'on obtient en traitant l'essence de girofle par de la potasse hydratée, n'est pas le produit d'une simple éduction, mais au contraire qu'il résulte de l'oxida-

tion d'un certain nombre d'éléments de l'essence aux dépens de l'eau, en même temps qu'il se forme une substance hydrogénée, *une huile indifférente*, qui ne préexiste pas non plus dans l'essence de girofle.

24. *De l'*ACIDE CROCONIQUE *et de ses sels*; par M. Heller. (Bibl. de Gen., t. 15, p. 407.)

Lorsque l'on dissout de l'oxi-carbure de potassium dans l'eau, il se forme un sel particulier, que j'appelle *rhodizonate de potasse*; mais par l'évaporation la dissolution fournit du croconate et de l'oxalate de potasse.

On prépare l'acide croconique pur en faisant bouillir du croconate de potasse réduit en poudre fine, avec de l'alcool absolu aiguisé d'acide sulfurique. En évaporant ensuite la liqueur, l'acide cristallise en prismes d'un jaune rougeâtre. Sa saveur est aigrelette et âpre; il est sans odeur et rougit le tournesol. Il brûle avec beaucoup de vivacité, et laisse un résidu de charbon. Il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, qu'il colore en jaune. Les acides puissants décolorent sa dissolution aqueuse en le décomposant.

Cet acide est composé, comme l'a trouvé M. Liebig, de :

Carbone.	0,48858	— 5 at.
Oxygène.	0,51142	— 4

Les croconates sont pour la plupart d'un jaune clair. Quelques-uns sont jaune rougeâtre ou jaune brunâtre : il y en a qui ont un bel éclat bleu, vus par réflexion. Ils sont inaltérables à l'air. Une chaleur ménagée leur fait perdre leur eau de

cristallisation et leur fait prendre une nuance plus claire : une chaleur plus élevée les décompose rapidement et les transforme en carbonates. Il n'y en a qu'un petit nombre qui soient insolubles dans l'eau ; plusieurs se dissolvent dans l'alcool et dans l'éther. On peut en préparer un grand nombre en décomposant un acétate par une solution alcoolique d'acide croconique, ou en neutralisant une base par cet acide.

Pour préparer le croconate de potasse, on dissout de l'oxi-carbure de potassium dans l'eau ; on fait cristalliser, on rejette l'eau mère, qui ne contient que de l'oxalate ; on redissout les cristaux, et on les purifie par des évaporations successives pour en séparer tout l'oxalate, ainsi qu'une matière brune soluble dans l'alcool qui se produit en même temps. Ce sel est soluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid, et il cristallise en longues aiguilles par le refroidissement. Il est insoluble dans l'éther et dans l'alcool concentré. Le chlore ne l'altère pas lorsqu'il est sec ; mais il décolore rapidement ses dissolutions : l'iode ne l'altère pas. L'acide nitrique le décompose avec dégagement d'acide carbonique. Il contient 0,148 d'eau de cristallisation, qu'il perd même à la lumière solaire. Le sel anhydre est composé de :

Potasse.	0,57000	— 1 at.
Acide croconique. .	0,43000	— 1

Le croconate de plomb est un sel neutre qui est composé de :

Oxide de plomb.	0,6336
Acide croconique.	0,3664

---

25. *De l'acide* RHODIZONIQUE *et de ses sels*; par M. Heller. (Bibl. de Gen., t. 16, p. 419.)

En mettant en contact avec un peu d'eau l'oxi-carbure de potassium, composé, d'après Liebig, de ($C^7 O^7$) K^2, il se dégage du gaz oléfiant et ensuite de l'oxide de carbone, et il se dépose une poudre rouge qui est le rhodizonate de potasse. 2 at. de potassium contenus dans l'oxi-carbure décomposent 2 at. d'eau pour former 2 at. de potasse, et mettent en liberté 4 at. d'hydrogène, qui, avec 2 at. de l'oxi-carbure forment 2 at. de gaz oléfiant, qui se dégage et qui brûle avec une flamme blanchâtre. Restent encore 5 at. de carbone et 7 at. d'oxygène qui ne se combinent pas dans cette proportion, mais bien dans celle de $C^3 O^5$; le reste $C^2 O^2$ se dégage à l'état d'oxide de carbone, qui brûle avec une flamme bleue. L'atome d'acide rhodizonique $C^3 O^5$ se combine avec les 2 at. de potasse pour former 1 at. de rhodizonate de potasse.

Pour extraire l'acide du rhodizonate de potasse, on délaye ce sel dans de l'alcool absolu, et on y verse ensuite goutte à goutte de l'acide sulfurique étendu de beaucoup d'alcool, jusqu'à ce qu'une portion de la liqueur ne soit plus précipitée en blanc par du chlorure de barium. En évaporant ensuite la liqueur, on obtient l'acide en cristaux incolores, aciculaires et grenus. Cet acide a une saveur aigrelette et âpre; il est sans odeur : il tache la peau en rouge jaunâtre, et il rougit le tournesol. Il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, et ses dissolutions sont incolores. Les acides puissants le décomposent. Il supporte une chaleur supérieure à celle de l'eau bouillante, et ne se

décompose qu'à une température plus élevée, en devenant gris noirâtre; et à la fin les produits de la décomposition s'évaporent sans laisser de résidu. Il se combine par double décomposition avec les bases salifiables organiques et inorganiques.

D'après la composition des rhodizonates de plomb et de potasse, on trouve que l'acide rhodizonique contient :

Carbone.	0,31454	— C^3
Oxygène.	0,68546	— O^4

et que son atome pèse 1029,314.

Les rhodizonates sont caractérisés par leur belle teinte rouge, variant du rouge de carmin au rouge de grenat foncé, et par leur éclat métallique particulier différent de la couleur des sels; il y en a beaucoup qui sont peu ou point solubles. On ne peut pas les obtenir cristallisés par évaporation, parce qu'à l'état de dissolution, ils s'altèrent rapidement, surtout quand les liqueurs sont concentrées. Ils sont inaltérables à l'air et à la lumière, une chaleur bien inférieure au rouge les décompose : ils brûlent à l'air comme de l'amadou. La plupart sont anhydres.

Le *rhodizonate de potasse* est rouge, velouté au toucher, sans odeur ni saveur, soluble dans l'eau, qu'il colore en rouge jaunâtre foncé, insoluble dans l'alcool et l'éther. Les dissolutions de ce sel se décomposent spontanément, surtout lorsqu'elles sont étendues; elles se décolorent, et 3 at. de rhodizonate se transforment en 1 at. de croconate et 2 at. d'oxalate, sans dégagement de gaz ni dépôt de charbon. Les acides opèrent la même décomposition. Le sel est composé de :

Potasse.	0,61942	— 2 at.
Acide rhodizonique. .	0,38058	— 1

Pour le préparer on prend de l'oxi-carbure de potassium, dont on sépare l'huile de pétrole à l'aide du papier joseph; puis on le lave rapidement avec de l'alcool faible, jusqu'à ce que le liquide cesse de devenir alcalin et ne se colore plus en jaune, couleur qu'il doit à une substance étrangère. Ainsi lavé, l'oxi-carbure, exposé à l'air, devient d'un beau rouge et se transforme en rhodizonate de potasse.

La meilleure manière de préparer l'oxi-carbure de potassium consiste à faire un mélange de potasse et de charbon, tel qu'en le chauffant dans une cornue, la quantité de charbon empêche autant que possible la distillation du potassium; par ce moyen ce dernier est obligé de former de l'oxi-carbure, et de passer à cet état dans la bouteille de cuivre et dans la première bouteille que l'on tient vide, pour obtenir le produit sec et exempt d'huile. Cette méthode est très-avantageuse, mais elle n'est pas sans danger, parce que l'oxi-carbure, qui est très-pyrophorique, prend facilement feu, détone souvent avec une grande violence, par l'effet du plus faible frottement, et risque de causer de grands dégâts.

Les rhodizonates de soude, de lithine et d'ammoniaque sont rouge de carmin. Le sel de chaux est rouge grenat et soluble. Le sel de baryte est insoluble. Les sels de plomb et d'argent sont presque noirs et insolubles. Les sels de fer, de manganèse et de zinc sont rouges et solubles dans l'eau et dans l'alcool. Les sels d'étain et de mercure sont rouge de carmin et insolubles. Le sel de bismuth est jaune. L'or est précipité à l'état métallique par l'acide rhodizonique, mais les dissolutions de platine ne sont pas troublées par cet acide.

26. *Sur l'*ACIDE SACCHARIQUE; par M. Thaulow.
(Ann. de Chim., t. 69, p. 52.)

Cet acide a été étudié dans ces derniers temps par M. Guérin Vary, qui lui a donné le nom d'*acide oxalhydrique*, par M. Erdmann et par M. Hess de Saint-Pétersbourg.

Voici quelle est la meilleure manière de le préparer. On traite du sucre par de l'acide nitrique comme on le fait ordinairement; on neutralise la dissolution brune par du carbonate de chaux; on ajoute ensuite à cette dissolution de l'acétate neutre de plomb, qui y forme un précipité : on recueille ce précipité, on le lave et on le décompose par de l'hydrogène sulfuré, dont on sépare l'excès en faisant bouillir la liqueur.

On sature l'acide ainsi obtenu par de la potasse employée en excès et à chaud; la dissolution se fonce en couleur et laisse déposer une poudre noire d'acide ulmique, dont on se débarrasse par le filtre. Saturée par de l'acide acétique, et mêlée à une dissolution neutre d'acétate de plomb, elle donne un nouveau dépôt de saccharate de plomb, que l'on filtre à la chaleur de l'ébullition, et que l'on décompose ensuite par l'hydrogène sulfuré. On rapproche un peu la liqueur, on la sature à demi par de la potasse, et en l'abandonnant à elle-même elle laisse déposer au bout de quelques jours un sel cristallin. Pour purifier ce sel on le fait bouillir avec du noir animal, et après décantation on le fait cristalliser de nouveau. Les cristaux que l'on obtient ainsi sont d'un blanc éclatant.

Le sel de potasse est le seul saccharate soluble cristallisable : les saccharates insolubles sont difficiles à préparer et très-peu stables. J'ai analysé

les saccharates de potasse, d'ammoniaque et de zinc, et un saccharate de plomb à 5 at. de base. En réunissant ces résultats à ceux que M. Erdmann a obtenus de deux autres saccharates de plomb, on a le tableau suivant :

$$C^{12}H^{16}O^{15} + KO;$$
$$C^{12}H^{16}O^{15} + N^{2}H^{6}, H^{2}O;$$
$$C^{12}H^{16}O^{14} + 2PbO;$$
$$C^{12}H^{16}O^{14} + 2ZnO;$$
$$C^{12}H^{14}O^{13} + 3PbO;$$
$$C^{12}H^{10}O^{11} + 5PbO;$$

qui fait voir que l'acide saccharique forme cinq séries de sels distincts, et que l'acide pur, tel qu'il est combiné avec la proportion maximum d'oxide de plomb, a pour formule : $C^{12}H^{10}O^{11}$.

D'après les idées nouvelles de M. Liebig sur la constitution des acides, les bases remplaçant l'eau atome par atome, l'acide libre doit avoir pour formule : $C^{12}H^{10}O^{11} + 5H^{2}O$.

Il est remarquable que, de toutes les bases examinées, c'est l'oxide de plomb qui puisse se combiner en plus grande proportion avec l'acide saccharique. Dans sa manière de voir, M. Liebig explique ce fait par la facilité avec laquelle les oxides métalliques cèdent leur oxygène : l'eau éliminée est produite, selon lui, par l'union de l'oxygène de l'oxide avec l'hydrogène de l'acide, qui devient dans cette hypothèse un hydracide dont la formule est : $C^{12}H^{10}O^{11} + H^{10}$.

Les propriétés de l'acide saccharique ont été exposées avec une très-grande exactitude par M. Guérin Vary.

On ne peut pas faire cristalliser cet acide : il rougit fortement le tournesol ; sa saveur est désagréable.

Les sels à un seul atome de base sont plus ou moins solubles dans l'eau : ceux qui renferment plusieurs atomes de base y sont peu ou point solubles. Ces sels sont tous solubles dans les acides et surtout dans l'acide saccharique.

Chauffé avec de l'acide nitrique, l'acide saccharique se décompose en acide oxalique, acide carbonique et eau. Avec l'acide sulfurique et le peroxide de manganèse, il produit de l'acide formique, de l'acide carbonique et de l'eau.

Quelques gouttes de nitrate d'argent versées dans l'acide libre n'y occasionnent aucun précipité : la chaleur décompose l'oxide d'argent si avant de le chauffer on a versé quelques gouttes d'ammoniaque dans la liqueur, de l'argent métallique se dépose sur les parois du vase, et lui donne l'aspect d'un miroir brillant. Cette propriété est caractéristique.

---

27. *Nouvelles recherches sur la composition des* ALCALIS ORGANIQUES; par M. V. Regnault, ingénieur des mines. (Ann. de Chim., t. 68, p. 113.)

Les alcalis organiques ont été examinés par plusieurs chimistes distingués, et leur composition a été principalement étudiée, dans ces derniers temps, par MM. Pelletier, Dumas et Liebig. M. Liebig est arrivé à ce résultat remarquable, que toutes les bases organiques renferment, dans 1 at. de base, 2 at. d'azote, et que leur capacité de saturation est par conséquent la même que si l'azote y existait à l'état d'ammoniaque en combinaison avec une substance ne neutralisant en rien sa puissance basique. Cette loi, qui règle la composition des bases végétales, avait été éta-

blie par un grand nombre d'analyses, et elle a été généralement admise par tous les chimistes.

Cependant, si l'on examine avec attention la série des sels que ces bases forment avec les acides, on ne tarde pas à apercevoir des anomalies assez singulières. Ainsi, par exemple, les sulfates de quinine et de cinchonine, obtenus en saturant ces bases avec l'acide sulfurique étendu, seraient des sous-sels aussi bien que les sels que l'on obtient en les dissolvant dans les acides chlorique et iodique. Les hydriodates de strychnine et de brucine, obtenus en dissolvant ces bases dans un excès d'acide hydriodique, ou préparés par double décomposition, seraient, d'après les analyses de M. Pelletier, des sels sesquibasiques. Les hydrochlorates de cinchonine et de quinine, obtenus en dissolvant ces bases dans un excès d'acide hydrochlorique, et faisant cristalliser, seraient des sels bibasiques.

Ces anomalies m'ont paru assez remarquables pour me déterminer à entreprendre de nouvelles recherches sur la composition des alcalis organiques.

Mes recherches démontrent que la loi de composition que M. Liebig avait cru observer dans cette classe de substances, et qui depuis a été généralement admise, n'est pas exacte. Ces bases ne renferment pas toujours 2 at. d'azote; plusieurs d'entre elles en renferment 4 at. Leur capacité de saturation n'est par conséquent pas la même que si l'azote y existait à l'état d'ammoniaque.

Les bases végétales retirées de l'opium contiennent toutes 2 at. d'azote, tandis que celles des quinquinas et des strychnos en renferment 4.

La méthode, aussi simple qu'ingénieuse, indiquée par M. Liebig pour déterminer la capacité de

saturation des alcalis organiques, et qui consiste à saturer un poids connu de la base bien sèche par du gaz acide hydrochlorique, et à déterminer l'augmentation de poids, peut conduire à des résultats exacts; mais elle demande à être employée avec beaucoup de circonspection, la plupart de ces bases pouvant absorber une quantité d'acide hydrochlorique bien plus grande que celle qui est nécessaire à leur saturation. Elles n'abandonnent pas cet excès d'acide condensé dans le vide, mais seulement à une température assez élevée, le plus souvent bien supérieure à 100°. Quelques-unes même, telles que la quinine et la cinchonine, se décomposent avant d'être ramenées à l'état d'hydrochlorate neutre. Dans tous les cas, il est convenable de vérifier le poids atomique obtenu, par l'analyse d'un sel neutre préparé par voie humide.

Les formules des principales bases organiques sont les suivantes, d'après mes analyses :

Morphine. . . .	$H^{40}C^{35}Az^{2}O^{6}$
Codéine.	$H^{40}C^{35}Az^{2}O^{5}$
Narcotine. . . .	$H^{46}C^{44}Az^{2}O^{13}$
Quinine.	$H^{48}C^{40}Az^{4}O^{4}$
Cinchonine. . .	$H^{46}C^{40}Az^{4}O^{2}$
Strychnine. . .	$H^{44}C^{42}Az^{4}O^{4}$
Brucine.	$H^{52}C^{46}Az^{4}O^{8}$

Les recherches, qui ont été faites jusqu'à présent sur les sels que les bases végétales forment avec les oxacides, semblent prouver que ces sels, ou au moins plusieurs d'entre eux, peuvent être obtenus à l'état anhydre. Ainsi, suivant M. Baup, les sulfates de quinine et de cinchonine perdent toute leur eau de cristallisation à 120°, et restent complétement anhydres. Il en est de même des

sulfates de strychnine et de morphine, d'après les analyses de M. Liebig. Ce dernier chimiste admet, au contraire, que le sulfate de quinine desséché retient encore 2 at. d'eau. Les analyses de Sérullas et de M. Pelletier, sur des chlorates et iodates, semblent indiquer que ces derniers sels perdent toute leur eau par la dessiccation.

Les analyses que j'ai faites sur un grand nombre de sels formés par les bases organiques avec les oxacides, montrent bien clairement que tous ces sels renferment 1 at. d'eau nécessaire à leur composition, et qu'on ne peut leur enlever sans les décomposer. Ainsi, ces bases présentent une analogie complète avec l'ammoniaque dans leur manière de se comporter avec les acides. Elles se combinent directement avec les hydracides sans décomposition, en formant des hydrochlorates, et non des chlorures comme les bases oxidées minérales; et avec les oxacides dissous dans l'eau, les bases végétales se combinent en fixant 1 at. d'eau qui entre dans leur composition intime. Il est à remarquer que les substances basiques azotées, si intéressantes, trouvées dans ces derniers temps par M. Liebig, renferment 1 at. d'eau dans plusieurs des sels qu'elles forment avec les oxacides. Il est très-probable que leurs autres oxisels présentent une composition analogue. Enfin, l'urée, qui, par l'ensemble de ses propriétés, ne peut pas être considérée autrement que comme une base organique, ne fait pas une exception à ce mode général de composition, comme je l'ai reconnu par les analyses de l'oxalate et du nitrate d'urée, qui jusqu'ici étaient regardés comme anhydres.

On est ainsi amené à diviser en deux groupes

bien distincts les substances qui jouent le rôle de bases.

Dans le premier groupe viennent se ranger les substances basiques qui ne peuvent pas se combiner avec les hydracides sans décomposition; qui, avec l'acide hydrochlorique, par exemple, forment de l'eau et un chlorure, et dont les sels, formés par les oxacides, peuvent être facilement obtenus anhydres par la dessiccation. Ce sont toutes les bases minérales.

Le second groupe comprend les bases qui se combinent directement, sans décomposition, avec les hydracides, qui forment des hydrochlorates et non des chlorures, et qui ne donnent des sels, avec les oxacides, que lorsqu'il y a présence de l'eau. Ces sels retiennent tous 1 at. d'eau qu'on ne peut leur enlever sans les décomposer. Ce second groupe renferme toutes les substances basiques du règne organique actuellement connues.

---

28. *Sur la rectification de l'*ALCOOL; par M. Soubeiran. (J. de Pharm., t. 25, p. 1.)

J'ai fait sur la rectification de l'alcool beaucoup d'essais en grand, desquels il résulte que pour opérer le plus économiquement possible, il faut commencer par rectifier une première fois l'alcool du commerce sur le carbonate de potasse, puis reprendre cet alcool, qui marque alors 94 à 95°, par une des deux méthodes suivantes :

1° L'amener à 97° en le distillant avec 100 grammes de chlorure de calcium fondu, ou en le laissant digérer sur 150 grammes de chaux vive par litre, et le distiller de nouveau, et avec lenteur, sur 250 grammes de chaux vive par litre, toutefois après que le contact de la chaux et de

l'alcool aura été entretenu pendant trois jours dans un lieu chaud.

2° Ajouter à l'alcool à 95° 500 grammes par litre de chaux vive, laisser en contact pendant deux ou trois jours à l'étuve et distiller lentement. La chaux ne communique ni odeur ni saveur désagréable à l'alcool lorsque celui-ci a été préalablement rectifié sur du carbonate de potasse.

On ne peut amener l'alcool qu'à un degré de concentration peu élevé au moyen du sulfate de soude. On ne l'obtient qu'à 93° au moyen de l'acétate de potasse.

Le chlorure de calcium l'amène facilement à un degré élevé de rectification, mais le procédé est dispendieux, et il y a perte d'alcool absolu, qui est retenu par le chlorure, et qui ne peut s'en séparer qu'en entraînant de l'eau.

La chaux vive est le meilleur agent de rectification; elle ne retient pas d'alcool, mais comme elle rend les distillations difficiles, par la raison qu'il faut l'employer en grande proportion pour qu'elle absorbe l'eau, il est nécessaire de procéder comme il a été dit, si l'on veut éviter les pertes.

Le carbonate de potasse est l'agent le plus commode dont on puisse se servir pour une première rectification de l'alcool. Il l'amène sans perte et sans difficulté à 94 ou 95°, et il n'a pas, comme on le reproche à l'alcali caustique, l'inconvénient d'altérer la saveur des produits.

---

29. *Réaction du* POTASSIUM *sur l'alcool, l'esprit de bois, l'acétone et la valérone*; par M. Löwig. (Ann. de Pog., t. 42.)

Le potassium décompose l'alcool absolu avec

dégagement de gaz hydrogène pur. La liqueur s'échauffe beaucoup, et il faut avoir soin de refroidir le vase. Quand l'action a cessé, il reste une masse blanche, cristalline, qui retient de l'alcool en combinaison; mais si on la chauffe à 60 ou 80°, tout l'alcool se dégage, et il reste une masse blanche très-molle, sans odeur, très-caustique, fusible, et très-aisément décomposable par la chaleur, en développant des gaz inflammables et en laissant une masse noire pyrophorique et caustique, qui se compose d'un mélange de carbonate de potasse et de charbon, alors même que la calcination se fait sans le contact de l'air. Il suit de là que l'alcool ne cède que la moitié de son oxygène au potassium, et que le composé que l'on obtient peut être considéré comme formé d'un atome de potasse et d'un atome d'éther.

Ce composé se change immédiatement dans l'eau en alcool et en potasse; il ne laisse non plus dégager que de l'alcool quand on le traite immédiatement par l'acide phosphorique; mais pour peu qu'on le laisse à l'air ou en contact de l'alcool, il s'altère, et alors il donne avec l'acide phosphorique une quantité considérable d'acide acétique.

L'esprit de bois pur et anhydre est décomposé rapidement par le potassium, avec grand développement de chaleur, mais sans aucun dégagement de gaz. Le liquide devient jaune et sirupeux; en l'agitant avec de l'eau il se dissout, et un corps huileux jaune vient nager à la surface. En distillant la liqueur aqueuse avec de la chaux, le point d'ébullition passe peu à peu de 100° à plus de 200°. Le premier produit est incolore, plus léger que l'eau, et d'une odeur et d'une saveur péné-

trantes comme la menthe; sa composition est $C^{10} H^{20} O^{3}$. Le dernier a pour formule $C^{6} H^{12} O$.

L'acétone se comporte avec le potassium, comme l'esprit de bois.

Quand on distille de l'acide valérique avec de la chaux, on obtient un liquide incolore, d'une odeur éthérée agréable, plus léger que l'eau, insoluble dans ce liquide, mais soluble dans l'alcool et dans l'éther, c'est la *valérone*. La composition de cette substance est représentée par la formule $C^{9} H^{18} O$. Elle se comporte avec le potassium comme l'acétone, et on peut la regarder comme le premier oxide du radical $C^{9} H^{18}$ qui dans l'acétone est combiné avec 3 atomes d'oxygène.

L'action de l'esprit de bois, de l'acétone et de la valérone sur le potassium, et la formation de l'acétone et de la valérone au moyen de l'acide acétique et de l'acide valérianique, donnent lieu de présumer que l'esprit de bois doit aussi sa formation à un acide organique qui a les mêmes rapports avec ce corps que l'acide acétique avec l'acétone.

On peut aussi se figurer que l'esprit de bois, l'acétone et la valérone sont des éthers chacun d'un alcool particulier.

---

30. *De l'action exercée par le* CHLORURE DE ZINC *sur l'*ALCOOL; par M. Masson. (Acad. des Sc., t. 6, p. 198; t. 7, p. 492 et 1100.)

L'alcool se comporte avec le chlorure de zinc tout comme avec l'acide sulfurique. Lorsqu'on distille les deux substances ensemble, le mélange

donne naissance à deux produits; l'éther ordinaire et l'huile douce.

C'est à 130° c. que l'on voit paraître l'éther ordinaire : il est mélangé de traces d'acide hydrochlorique et d'alcool en forte proportion.

A mesure que la température s'élève, la proportion d'eau qui accompagne l'éther augmente.

Entre 155 et 160° on voit paraître l'huile douce qui continue à se former jusqu'à 220° environ. Cette production est liée à celle d'une quantité d'eau, bien supérieure en volume à celui de l'huile.

La masse de chlorure de zinc reste à l'état d'hydrate et mêlée d'oxide de zinc; il se dégage pendant presque toute l'opération de l'acide hydrochlorique, dont la quantité va toujours croissant.

L'huile douce n'est pas simple, et peut se séparer par la distillation en deux produits distincts. Le moins volatil bout vers 300°, il possède tous les caractères de l'huile douce légère et il est composé de :

Hydrogène.	0,128	— 7 at.
Carbone.	0,881	— 8
	1,009	

Ou $\frac{C^{32}H^{28}}{2}$

Le produit le plus volatil bout au-dessous de 100°. Il est très-fluide, et son odeur rappelle celle du naphte. C'est le carbure d'hydrogène liquide le plus hydrogéné que l'on connaisse. Il renferme :

Hydrogène.	0,157	— 9 at.
Carbone.	0,845	— 8
	1,002	

Comme sa vapeur a une densité de 4,1, il doit avoir pour formule : $\frac{C^{32} H^{16}}{4}$.

31. *Sur les* SULFOVINATES ; par M. Marchand. (Ann. de Pog., t. 41.)

L'acide sulfovinique renferme, comme Sérullas l'a prouvé le premier, 2 at. d'acide sulfurique anhydre et un at. d'éther.

Les sulfovinates s'obtiennent facilement par la dissolution des carbonates dans l'acide sulfovinique, ou, si leurs bases forment avec l'acide sulfurique des sels insolubles, on les obtient par leur mélange avec de l'acide sulfurique et de l'alcool.

On prépare facilement la plupart de ces sels par la précipitation des sulfovinates de baryte ou de chaux, au moyen des carbonates, sulfates ou acétates solubles.

En général les sulfovinates, préparés comme il vient d'être dit, doivent être considérés comme neutres et ont une constitution telle que l'acide contient sept fois autant d'oxygène que la base ($2\dot{\dot{\dot{S}}}\,\dot{A}e\,\dot{B}$). Cependant avec l'oxide de plomb, on obtient un sel bibasique; mais dans aucun cas il ne se forme de sel acide.

Il y a plusieurs sulfovinates anhydres, mais la plupart renferment de l'eau de cristallisation en proportion variée. En général, ils perdent cette eau très-facilement, soit par la chaleur, soit par l'exposition à l'air sec, soit par l'action de l'acide sulfurique dans le vide, soit enfin par le contact de l'alcool, et un grand nombre commencent à

se décomposer avant d'abandonner toute leur eau; alors il s'en dégage de l'éther.

La plupart des sulfovinates sont solubles dans moins de leur poids d'eau. Plusieurs sels sont solubles aussi dans l'alcool, par exemple, ceux de manganèse, de cobalt, de zinc, de plomb, de cuivre et de soude. Un petit nombre, comme le sel ammoniacal, se dissolvent dans l'éther.

L'acide sulfovinique peut être concentré dans le vide jusqu'au point d'acquérir une densité de 1,317; alors il retient un peu plus d'un atome d'eau de combinaison. Au contact des bases, cet atome d'eau est remplacé par un atome de base, et l'acide anhydre renferme :

Acide sulfurique.	0,68164
Ether.	0,31836

Le sulfovinate de potasse cristallise en grandes tables transparentes. Il est anhydre, et il est très-soluble dans l'alcool absolu et dans l'éther; chauffé à 100°, il commence à se décomposer, il s'en dégage de l'huile de vin pesante, de l'acide sulfureux, de l'acide sulfurique, du gaz oléfiant, etc., et il reste du sulfate de potasse mêlé de charbon. Chauffé avec de la potasse caustique, il s'en dégage une grande quantité d'alcool, mais le résidu ne renferme pas d'acide sulfureux, comme cela arrive, selon Liebig, avec le sel découvert par Magnus. Avec une base anhydre, le sulfovinate de potasse forme seulement de l'alcool, mais alors il se dégage en même temps de l'huile du vin et du gaz oléfiant; en sorte que c'est une partie de l'éther qui fournit à l'autre partie la quantité d'eau nécessaire pour le transformer en alcool. Quand on distille 20 p. de sulfovinate de potasse avec 5 p. d'acide sulfu-

rique et 1 p. d'eau, il se dégage de l'éther pur; quand on ajoute plus d'eau on obtient de l'alcool.

Le sulfovinate de soude contient 2 at. d'eau, que l'on peut lui enlever dans le vide ou en le chauffant à 85° c.; il ne commence à se décomposer qu'à 100°; il est soluble dans l'alcool bouillant, et par le refroidissement de la dissolution, il se forme une combinaison cristalline de sulfovinate de soude et d'alcool dans laquelle l'alcool remplace l'eau de cristallisation.

Le sulfovinate d'ammoniaque est anhydre. Il se dissout dans l'alcool et dans l'éther; il ne se décompose qu'à la chaleur de 108°, et il s'en dégage un mélange d'alcool et d'huile de vin.

Les sulfovinates de potasse et d'ammoniaque se combinent ensemble dans la proportion d'un atome de chaque sel. La combinaison est anhydre. Lorsqu'on la chauffe à 120°, outre les produits de décomposition ordinaire, elle laisse dégager de l'acide cyanhydrique.

Le sulfovinate de lithine est déliquescent, soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'éther. Il contient 2 at. d'eau.

Le sulfovinate de baryte cristallise en tables; il contient alors 2 at. d'eau qu'on peut lui enlever complétement dans le vide ou en le chauffant à 55°. L'alcool anhydre bouillant lui enlève 1 at. d'eau, et donne naissance à une alcoolate. Il est composé de :

$\dot{B}a$.	0,3608	— 0,3942
$2\,\dddot{S}$.	0,3779	— 0,4129
$\dot{A}e$.	0,1765	— 0,1921
$2\,\dot{H}$.	0,0848	
	1,0000	— 1,0000

Le sulfovinate de strontiane cristallise aisément et est anhydre.

Le sulfovinate de chaux cristallise en écailles tabulaires à 4 et à 8 faces, transparentes et inaltérables à l'air. Il est soluble dans l'alcool, mais insoluble dans l'éther. Il perd son eau dans le vide et à la chaleur de 80°. Il se décompose à 110° c. Distillé avec de l'acide acétique ou de l'acide formique, il donne de l'éther acétique ou de l'éther formique.

Le sulfovinate de magnésie cristallise en tables et en prismes quadrangulaires. Il est efflorescent et insoluble dans l'alcool et dans l'éther. Il contient 4 at. d'eau de cristallisation : il en perd 2 at. à la chaleur de 75 à 80° et les deux autres à 90°.

Le sulfovinate d'alumine est en masse gommeuse déliquescente et soluble dans l'alcool.

Le sel de protoxide de manganèse cristallise en tablettes de couleur aurore, solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther. Il contient 4 at. d'eau qu'il retient assez fortement.

Le sel de protoxide de fer cristallise en prismes quadrilatères solubles dans l'alcool.

Le sel de peroxide de fer cristallise difficilement en tables de couleur jaune et déliquescentes.

Le sel de cuivre cristallise en tables octaèdriques d'un beau bleu, inaltérables à l'air, solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther. Il contient 4 at. d'eau qu'il ne perd qu'à plus de 100° en commençant à se décomposer; il ne se combine pas avec l'ammoniaque.

Le sel de cobalt cristallise en gros cristaux rouges inaltérables à l'air, solubles dans l'alcool,

insolubles dans l'éther. Il contient 2 at. d'eau qu'il perd à 95°.

Le sel de nickel est analogue au sel de cobalt.

Le sel de zinc cristallise en grandes tables. Il contient 2 at. d'eau qu'il perd à la chaleur de 50 à 60°. Lorsqu'on le tient pendant un temps suffisant dans le vide, il se décompose, et laisse comme le sel de cuivre un mélange de sulfate et d'acide sulfurique.

Le sel de cadmium cristallise en longs prismes. Il contient 2 at. d'eau qu'il perd dans le vide.

Le sel de protoxide d'urane est en forme de choux-fleur verdâtre et déliquescent. Le *sel de deutoxide* est en croûtes salines, jaunes; ces deux sels contiennent de l'eau et se décomposent facilement.

Le sel neutre de plomb, obtenu avec du carbonate de plomb et de l'acide sulfovinique, cristallise en grandes tables, solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther. Il contient 2 at. d'eau qu'il perd dans le vide par la chaleur. On ne peut pas en séparer l'eau sans le décomposer : il fournit plus d'huile de vin que tous les autres sulfovinates. Il se décompose spontanément à la température ordinaire avec dégagement d'éther. En substituant l'hydrate de plomb au carbonate, on obtient un sous-sel incristallisable qui ne contient pas d'eau et qui est plus permanent que le sel neutre. Chauffé avec ménagement, il ne donne que de l'alcool et de l'huile de vin.

Le sel d'argent cristallise en écailles brillantes. Il contient 2 at. d'eau qu'il ne perd pas dans le vide, et que l'on ne peut pas expulser par la chaleur sans le décomposer.

32. *Recherches sur l'*ESPRIT DE BOIS; par M. L. Gmelin. (Ann. de Pog., t. 45.)

Il y a différentes liqueurs alcooliques dans le vinaigre de bois distillé. La plus grande partie forme l'esprit de bois proprement dit, que l'on peut séparer d'une manière complète des autres liquides alcooliques en distillant le mélange avec du chlorure de calcium en excès qui retient préférablement l'esprit de bois.

L'esprit de bois du commerce de Paris renferme un peu d'acétone.

Le vinaigre de bois de Wattmyl en Suisse contient, outre l'esprit de bois et probablement de l'acétone, un troisième liquide spiritueux que je propose de nommer *lignone*.

Le lignone est un liquide incolore, d'une odeur fortement et agréablement éthérée, d'une saveur fortement rafraîchissante et épicée, laissant une saveur pénétrante, d'une densité de 0,8425, qui bout à 58°,75, qui ne dissout pas le chlorure de calcium, mais le pénètre et le gonfle, etc. Je l'ai trouvé composé de :

Carbone.	0,5537
Hydrogène.	0,0983
Oxygène.	0,3480

---

33. *Recherches sur la nature et les propriétés des* SUCRES; par M. Péligot. (Acad. des Scienc., t. 6, p. 232.)

D'après l'analyse que j'ai faite, la formule adoptée depuis longtemps pour le sucre ordinaire est celle qui s'accorde le mieux avec l'expérience : cette formule est $C^{24} H^{22} O^{11}$.

En desséchant le saccharate de plomb à 160°, j'ai obtenu $C^{24} H^{18} O^{9}$, 2PlO, d'où il suit que la formule du sucre anhydre doit être $C^{24} H^{18} O^{9}$. Le saccharate de baryte peut cristalliser, et a pour formule $C^{24} H^{22} O^{11}$, Ba. Le saccharate de chaux a la même composition ; il est remarquable en ce qu'il présente une grande solubilité à la température ordinaire, tandis qu'il devient presque insoluble vers 100°.

La combinaison de sucre et de sel marin est représentée par $C^{48} H^{44} O^{22}$, Cl^{2} Na. Je la considère comme contenant un équivalent de chacun de ses éléments ; et en conséquence je prends pour équivalent du sucre cristallisé $C^{44} H^{44} O^{22}$, le sucre anhydre étant $C^{48} H^{36} O^{18}$.

Les sucres de raisin, d'amidon, de miel et de diabètes sont identiques, et sont représentés par la formule $C^{24} H^{28} O^{14}$. Le sucre hydraté est $C^{48} H^{42} O^{21}$, 7 H^{2} O, et desséché à 100°, il contient 4 at. d'eau de moins.

A froid la chaux transforme le sucre d'amidon en un acide qui produit avec le plomb, le sel $C^{48} H^{30} O^{15}$, 6 PlO. Mais, à l'aide de la chaleur, les alcalis changent ce sucre en un acide brun, qui paraît être identique avec l'acide japonique, et par conséquent composé de $C^{48} H^{16} O^{8}$.

En faisant agir l'acide sulfurique concentré sur le sucre ordinaire, on observe une forte coloration, et la production d'une certaine quantité d'acide japonique.

Avec le sucre d'amidon, il y a, au contraire, combinaison sans coloration, et formation d'un acide qui donne, avec le plomb, le sel $C^{48} H^{40} O^{20}$, SO^{3} + 4PlO.

En chauffant à 210° les sucres de quelqu'espèce

qu'ils soient, ils laissent pour résidu un produit noir, entièrement soluble dans l'eau, qui est ce que l'on appelle le *caramel*. Purifié par l'alcool, c'est un corps sans saveur, qui ne fermente pas et qui ne diffère du sucre que par une perte d'eau : sa composition est représentée par $C^{12} H^{18} O^{9}$.

---

34. *Notice sur la composition du* SUCRE D'AMIDON; par M. Brunner. (Bibl. de Gen., t. 20, p. 190.)

En parlant de la combinaison que le sel marin forme avec le sucre, dans lequel l'amidon se transforme par l'action de l'acide sulfurique étendu, j'avais été conduit à admettre pour ce sucre la formule $C^{25} H^{50} O^{25}$; des doutes s'étant élevés à cet égard, j'ai repris mon travail et j'ai trouvé qu'effectivement sa véritable formule est $C^{24} H^{48} O^{24}$, parce que le composé qu'il forme avec le sel marin, lorsqu'il en est bien saturé, renferme 0,13925 de ce sel, et non pas 0,13552 comme je l'avais trouvé autrefois.

L'erreur vient de ce qu'il est difficile d'obtenir la combinaison bien pure, parce qu'elle s'altère lorsqu'on chauffe sa dissolution, même très-légèrement; mais j'y suis parvenu aisément en faisant cristalliser plusieurs fois le produit à la *température ordinaire*.

---

35. *Sur les produits qui résultent de l'action lente de la* CHAUX *sur le* SUCRE; par M. Braconnot. (Ann. de Chim., t. 68, p. 339.)

Par l'action lente de la chaux sur le sucre,

celui-ci se décompose en grande partie pour donner naissance aux acides carbonique, oxalique, malique et acétique.

---

36. *Mémoire sur la composition du* TISSU PROPRE DES PLANTES *et du* LIGNEUX; par M. Payen. (Acad. des sc., t. 7, p. 1052; t. 8, p. 50 et 169.)

Le ligneux, si universellement répandu dans les végétaux pharénogames, n'est pas, comme on l'avait jusqu'ici supposé, un seul principe immédiat; mais il se compose de deux parties chimiquement très-distinctes, et dont la nature physiologique semble pouvoir être maintenant définitivement fixée.

La distinction entre les deux éléments du bois avait déjà été faite par des physiologistes, et en particulier, d'une manière très-précise, par M. Mohl; mais on ignorait leur vraie nature.

Il y a dans le bois le tissu primitif (*la cellulose*), et de plus, une matière incrustante qui en remplit les cellules, et qui constitue la matière *ligneuse* véritable.

Cette dernière matière se dissout dans l'acide nitrique concentré, avec dégagement de vapeurs rutilantes, et l'on peut ainsi la séparer de la cellulose, qui reste intacte. L'acide sulfurique concentré et l'acide chlorhydrique colorent fortement le ligneux, le désagrègent sans le dissoudre, et lui donnent la propriété de se teindre en bleu par l'iode. Les analyses que j'ai faites du ligneux, de la matière incrustante, de la cellulose, et de divers bois, m'ont donné les résultats suivants :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Tissu.	Matière incrustante.	Combustible équivalent en charbon.
Matière incrustante. .	0,5376	0,060	0,402	0,00	1,00	0,568
Bois de Sainte-Lucie.	0,5290	0,061	0,410	0,10	0,90	0,554
Bois d'ébène.	0,5285	0,060	0,412	0,11	0,89	0,538
Ligneux de noix. . .	0,5192	0,060	0,421	0,18	0,82	0,539
Bois de chêne. . . .	0,5000	0,062	0,438	0,39	0,61	0,523
Bois de hêtre.	0,4925	0,061	0,446	0,48	0,52	0,514
Cellulose.	0,4490	0,061	0,490	1,00	0,00	0,449

La formule brute de la substance incrustante libre, ou du ligneux proprement dit, est, d'après cela, $C^{35} H^{24} O^{10}$, et la formule rationnelle de la cellulose est $C^{24} H^{20} O^{10}$, ou $C^{24} H^{18} O^{9} + H^{2} O$, qui appartient aussi à l'amidon.

La première substance renferme sensiblement un centième d'hydrogène en excès sur l'eau.

Les moelles, et particulièrement la moelle de sureau, présentent la cellulose presqu'à l'état de pureté.

---

37. *Sur la* CARBONISATION DES VÉGÉTAUX; par M. Cagniard de la Tour. (Institut, 1838, p. 163.)

En faisant chauffer à feu nu des tubes de verre soudés dans lesquels j'avais introduit du bois de peuplier, tantôt en morceaux, tantôt en poudre, j'ai remarqué qu'au moment où le bois arrivait à la

température où la carbonisation se produisait, c'est-à-dire à 360° c. environ, il devenait coulant comme un bitume, lors même que le bois, avant son introduction dans les tubes, avait été mis à sécher, pendant 10 à 12 heures, dans une étuve chauffée à 100° c. D'après le bruit que font les tubes lorsqu'ils éclatent au moment de la fusion dont je viens de parler, il y a lieu de penser que lors de cette fusion la pression intérieure supportée par les tubes dépasse 80 atmosphères. Il est à remarquer d'ailleurs que ces tubes, lorsqu'on les casse après leur entier refroidissement, pour en retirer la matière carbonisée, laquelle est alors à l'état solide, produisent encore, malgré ce refroidissement, une explosion très-forte par l'expansion subite des gaz comprimés qu'ils renferment.

La matière carbonisée, lors même qu'on l'examine avec une très-forte loupe, ne laisse apercevoir aucune trace de la texture du bois. Chauffée à l'air au rouge, elle s'enflamme, et laisse ensuite un charbon peu combustible. Broyée avec de l'alcool, elle colore ce liquide en jaune.

---

38. *Note sur les produits de l'action de l'*ACIDE NITRIQUE *concentré sur l'*AMIDON *et sur le* LIGNEUX; par M. Pelouze. (Acad. des sc., t. 5, p. 713.)

M. Braconnot a observé, il y a quelques années, que l'acide nitrique concentré convertit plusieurs substances, et nommément l'amidon et le ligneux, en une matière nouvelle qu'il a appelée *xyloïdine*.

L'amidon se dissout promptement à froid dans l'acide nitrique à 1,5, en se convertissant en totalité en xyloïdine. Si l'on ajoute immédiatement de l'eau à la dissolution, cette substance se précipite tout entière. C'est de l'amidon ordinaire dans lequel 1 at. d'eau est remplacé par 1 at. d'acide nitrique. Ce composé est extrêmement combustible : il prend feu à 180°, et brûle avec une extrême vivacité sans laisser de résidu.

Si on laisse la xyloïdine pendant quelque temps en dissolution dans l'acide nitrique, elle se convertit en un acide que l'eau ne précipite pas, et que l'évaporation présente sous forme d'une masse blanche, solide, incristallisable, déliquescente, et dont le poids est beaucoup plus considérable que celui de l'amidon employé. Cette transformation a lieu très-rapidement à la température de l'ébullition. Cet acide ne contient pas d'azote : il a quelques rapports avec l'acide saccharique. Une chaleur modérée le convertit en un autre acide de couleur noire, soluble dans l'eau, et susceptible de régénérer, sous l'influence de l'acide nitrique, l'acide blanc dont il dérive.

L'acide nitrique, agissant à froid, change lentement l'acide blanc en acide oxalique, mais ne l'attaque, à la température de l'ébullition, qu'avec la plus grande difficulté. Il ne se dégage d'acide carbonique dans aucune de ces réactions.

---

39. *Rapport sur un mémoire de MM. Pelletier et Walter relatif aux* PRODUITS PYROGÈNES DE LA RÉSINE; par M. Dumas, rapporteur (MM. Thénard, Robiquet et Dumas, commissaires). (Acad. des sc. 1838.)

Lorsque l'on distille en grand de la résine par

le procédé de M. Mathieu, qui consiste à soumettre la résine à la liquéfaction et à l'introduire ensuite dans un tube incandescent, on obtient du gaz propre à l'éclairage, un résidu de charbon et un produit huileux.

MM. Pelletier et Walter sont parvenus à extraire de ce produit cinq carbures d'hydrogène parfaitement distincts.

1° La *naphtalène*, parfaitement cristallisée et tout à fait pure; j'en ai fait l'analyse, et j'y ai trouvé, comme autrefois dans la naphtaline de la houille, et comme l'a trouvé également M. Liebig, un excès notable de carbone, comparativement à la formule adoptée $C^{40}H^{16}$, et de plus une augmentation notable sur la somme du carbone et de l'hydrogène. Ce fait et d'autres analogues me portent à croire que le poids de l'atome du carbone, actuellement fixé à 76,43, devrait être réduit à 76 ou même 75,9. Alors la naphtaline serait composée de :

Carbone.	0,938
Hydrogène.	0,062

2° La *rétisterène*. MM. Pelletier et Walter regardent cette substance comme isomérique avec la naphtalèse, mais elle contient :

Carbone.	0,932
Hydrogène.	0,069

Et, en adoptant 76 pour poids de l'atome du carbone, elle est représentée par la formule $C^{64}H^{22}$.

3° La *paranaphtalèse* qui est isomérique avec la naphtalèse.

4° La *rétinaphène* : c'est un liquide incolore, bouillant à 108°, inaltérable par le potassium et la potasse, même à chaud, et à peine altéré par l'acide sulfurique bouillant. Elle est composée de :

Carbone.	0,914
Hydrogène.	0,086

Sa formule est $C^{28} H^{16}$.

5° *La rétinylène* : c'est un liquide incolore, qui bout à 150° et dont la vapeur a une densité de 4, 242. Il est composé de :

Carbone.	0,9011
Hydrogène.	0,0999

Sa formule est C^{36} H . .

6° *La rétinolène* : c'est une huile douce au toucher, sans odeur ni saveur, bouillant à 238°, MM. Pelletier et Walter la croyaient isomérique avec la bensine, mais elle renferme certainement un peu plus d'hydrogène que celle-ci. Quoiqu'il reste un peu d'incertitude sur sa composition, elle paraît contenir :

Carbone.	0,924
Hydrogène.	0,076

en admettant 76 pour le poids de carbone, et alors sa formule doit être $C^{44} H^{34}$.

---

40. *Note sur la composition du liquide qui se dépose par la compression du* GAZ DE L'ÉCLAIRAGE ; par M. Couerbe. (Ann. de Chim., t. 69, p. 184.)

Le liquide que j'ai examiné provenait de la distillation de la résine et d'un peu d'huile. Il était brun ; il exhalait une odeur forte, assez analogue à celle du phosphure d'hydrogène ; il dissolvait le caoutchouc avec la plus grande facilité. Soumis à la distillation, il a fourni un produit à peu près incolore et un résidu noir composé de goudron bitumineux, de charbon et de naphtaline.

J'ai enlevé l'eau au liquide distillé en le distillant de nouveau sur du chlorure de calcium : puis en le soumettant à des températures successivement graduées avec les précautions convenables, j'en ai extrait six carbures d'hydrogène différents, A, B, C, D, E, F, auxquels j'ai trouvé la composition et les densités de vapeurs suivantes :

				Densités	
				calculées	trouvées.
A	=	C^4H^4	=	1,763	2,000
B	=	C^5H^4	=	2,385	2,254
C	=	C^6H^4	=	2,806	2,802
D	=	C^7H^4	=	3,230	3,340
E	=	C^8H^4	=	3,660	3,765
F	=	$\frac{C^{28}H^{20}}{4}$	=	2,665	2,627

A. Le *tétracarbure quadhydrique* est liquide jusqu'à la température de 28 à 30° : 15° de froid ne le font pas changer d'état. Il se réduit complétement en vapeur à 30°.

B. Le *pentacarbure quadhydrique* entre en ébullition à 50°. Sa densité comparée à celle de l'eau est de 0,709.

C. L'*hexacarbure quadhydrique* est très-légèrement jaunâtre. Sa densité est de 0,8022. Il entre en ébullition entre 80 et 85°. Sa composition centésimale est la même que celle de la *rétinnyle* de MM. Pelletier et Walter. Ces deux matières ne diffèrent entre elles que par l'état de condensation de leurs éléments : dans la rétinnyle 15 vol. = 1 vol., dans l'hexacarbure 10 vol. = 1 vol.

D. *L'heptacarbure quadhydrique* entre en ébullition à 100° : 15° de froid ne le font pas changer d'état. Sa densité est de 0,821, ce car-

bure paraît être identique avec le rétinuaphte de MM. Pelletier et Walter.

E. *L'octacarbure quadhydrique* a une couleur légèrement citrine : il rougit fortement par l'acide sulfurique. Il exhale une odeur très-forte d'hydrogène phosphoré, et il absorbe facilement l'oxygène de l'air. Il bout entre 135 et 140°, et sa densité est de 0,835; il a la même composition que le *rétinnyle* de MM. Pelletier et Walter; mais ses éléments sont moitié moins condensés que ceux de ce dernier corps.

F. Ce dernier carbure a une densité de 0,7524. Il bout entre 65 et 70.

---

41. *Note sur le* GAZ D'ÉCLAIRAGE, *et spécialement sur la fabrication du gaz de l'eau au moyen des appareils de M. Selligues*; par M. Grouvelle. (Acad. des Sc., t. 7, p. 969.)

M. Selligues n'a jamais dit que l'eau, en passant sur du coke chauffé au rouge, se transformât en *hydrogène carboné*. Tout le monde sait qu'il se produit là un mélange d'oxide de carbone et d'hydrogène presque entièrement pur.

Or, M. Selligues charge cet *hydrogène* de carbone, en lui faisant traverser un cylindre chauffé au rouge où il rencontre des huiles très-carburées. C'est une combinaison chimique et non pas un mélange qui s'opère alors, comme le prouve l'analyse du gaz à l'eau, faite par M. Péligot, répétiteur à l'Ecole Polytechnique; ce gaz contient savoir:

Carbures d'hydrogène.	57
Oxide de carbone	28
Hydrogène libre	15
	100

La question théorique de l'éclairage est celle-ci : Quel est le procédé qui donne la plus grande somme de lumière avec 1 kilog. d'une huile ou matière résineuse quelconque, résine, schiste ou goudron de houille, etc.? 1 kilog. d'huile de schiste ou résine, fournit, dans l'appareil Selligues, 70 *pieds cubes* anglais de gaz éclairant, dont on consomme 3 pieds pour alimenter pendant une heure un bec égal à dix bougies.

Ce qui donne 23 *heures de lumière*.

Or, à Belleville, à Anvers, à Francfort, et partout où l'on a fabriqué en grand du gaz d'*huile de résine*, et à plus forte raison de résine pure, la moyenne du produit est de 15 *à* 17 *pieds* cubes par kilog. d'huile, mais le produit retombe, en trois ou quatre jours, à 12 *et* 15 *pieds*. Les essais isolés, avec des retortes neuves, peuvent donner jusqu'à 24 à 25 pieds; et M. Tailleberg a annoncé cette production de 25 pieds comme une grande découverte. Prenons ce chiffre : ce gaz brûle 2 pieds $\frac{1}{2}$ par heure pour donner 10 bougies; c'est (bien qu'il soit presque double de la moyenne) le rapport fourni par l'éclairage de la ville d'Anvers, en octobre 1837, avec le gaz de résine à 12 pieds au kilog., et en octobre 1838 avec le gaz à l'eau. Comptons seulement sur 2 pieds $\frac{1}{3}$; 1 kilog. d'huile donne donc, au maximum, 11 heures de lumière, et en admettant même 34 pieds au kilog. comme on l'a avancé dans un journal (et cette quantité ne peut pas être obtenue sans l'addition de l'eau), ce ne serait encore que 15 heures, tandis qu'avec le gaz à l'eau on en obtient 23.

Mais ce n'est pas à 70 pieds par kilog. d'huile que s'arrête la production du gaz à l'eau. En augmentant le rapport de l'eau à l'huile dans les

appareils, on obtient du gaz de plus en plus faible qui se rapproche de la densité du gaz de houille, et descend même plus bas. Dans des expériences faites sur plus de 1500 pieds, observées pendant plusieurs heures consécutives et constatées par des procès-verbaux, j'ai porté la production à 222 pieds de gaz éclairant avec 1 kilog. d'huile de poisson (l'huile de schiste, qui me manquait en ce moment, donne, dans les appareils Selligues, les mêmes résultats que l'huile de poisson).

Ce gaz à 222 pieds ne brûla que 6 pieds $\frac{1}{2}$ pour donner 10 bougies; c'était à peine $\frac{1}{6}$ plus faible que le gaz de houille. Du gaz produit à 110 pieds au kilog. d'huile de schiste m'a donné une consommation de 4 pieds 20 pour le même bec. Ainsi, à environ 160 pieds au kilog. d'huile, le gaz à l'eau est égal en puissance au gaz de houille, et brûle 5 pieds par heure. Un kilog. d'huile donne alors 40 *heures d'éclairage*. Il est facile de calculer à quel prix revient cet éclairage avec de l'huile de schiste qui, sur les lieux de production, ne coûte que 5 francs, au maximum, les 100 kilog., et avec une consommation de combustible qui diminue à mesure qu'augmentent le rapport du gaz produit et la grandeur des appareils. Avec le gaz de résine, au contraire, la décomposition des huiles s'opérant par la surface de fonte, les petites retortes sont les plus avantageuses, et en même temps on n'augmente le volume du gaz produit (non sa masse) qu'en décarburant par l'action d'une température plus élevée, une partie des carbures d'hydrogène les plus riches.

L'accroissement indéfini de lumière obtenu avec le gaz à l'eau, à mesure qu'on le produit plus faible, tend à prouver que la présence de

l'oxide de carbone augmente la puissance éclairante de ce gaz, sans doute en augmentant la quantité de chaleur développée pendant la combustion.

Il résulte de deux rapports faits à la Société Anversoise pour l'éclairage au gaz, que depuis le 1er juin la ville d'Anvers est éclairée avec le plus grand succès par le gaz à l'eau; que trois fourneaux sont en activité et produisent 24 à 25000 pieds cubes de gaz par jour; que malgré les frais inutiles dont la Société est chargée, le gaz à 70 pieds au kilog ne coûte, tous frais de production, main-d'œuvre et entretien des fours compris, que moins de 5 francs les 100 pieds avec de l'huile de schiste à 15 francs les 100 kilog.

La supériorité de qualité du gaz à l'eau sur celui de la houille, en vertu de l'absence totale de soufre et d'ammoniaque, n'a pas même besoin d'être discutée, et d'un autre côté le prix de revient de ce gaz n'est plus en question : à Anvers, à Belleville même, on l'a constaté de toute manière. Le bec de 10 bougies revient, à Anvers, à raison de 3 pieds, à 13c,5 par heure, et à 4 fr. 50 c. les 100 pieds.

A Paris, le gaz de houille (qui ne s'obtient pas pour rien, comme on l'a prétendu), coûte, ainsi que le reconnaissent les compagnies, de 4 à 5 fr. les 100 pieds, y compris main-d'œuvre, lavage et entretien d'appareils; à Mons même le directeur avoue 3 fr. A Londres il coûte 2 sh. ½ ou 3 fr. 12 c.

Or, il ne nous serait pas difficile, avec de l'huile de schiste à 6 ou 8 fr., de produire à Londres, ou même en Belgique, du gaz à l'eau, à raison de 160 pieds au kilog., égal en puissance au gaz de houille, et supérieur en qualité, à un prix

bien inférieur à celui de 3 fr. les 100 pieds cubes anglais.

J'ajouterai quelques mots sur l'emploi des tuyaux d'asphalte.

La question n'est pas de savoir à quelle pression résistent les tuyaux d'asphalte, celle des gazomètres étant toujours infiniment faible, mais bien *comment ils se comporteront sous l'action chimique et lente du gaz même sur l'asphalte*. — Après des expériences malheureusement trop courtes, plusieurs milliers de mètres de tuyaux en grès ont été posés dans la ville de Louvain, avec des joints en *asphalte* fortement cuit; et au bout de quatre ou cinq mois la plupart de ces joints étaient rongés et percés par le gaz, qui les attaquait sans doute au moyen de la petite quantité d'huile essentielle qu'il emporte en vapeurs. Il a fallu remplacer tous les joints résineux par des joints en argile recouverts de ciment romain, et jusqu'à présent les résultats paraissent bons.

---

42. *Mémoire sur les propriétés chimiques des* BAUMES; par M. E. Frémy. (Acad. des Sc., t. 7, p. 699.)

Les baumes résultent en général du mélange de plusieurs corps et présentent cependant une composition assez simple. Quand on remonte à leur origine et qu'on vient à les débarrasser des substances qui ne sont que secondaires, on peut dire qu'un baume primitif est un mélange de deux matières : l'une est liquide et ressemble tout à fait à un corps gras; l'autre est cristalline et possède des propriétés qui la rap-

prochent de l'huile d'amandes amères. On voit donc que l'étude des baumes doit être bien intéressante, puisqu'elle se rattache à l'histoire des corps que tous les chimistes regardent peut-être comme les plus importants de la chimie organique.

La matière liquide des baumes que l'on trouve en très-grande quantité dans le baume du Pérou noir, dans le baume de Tolu, et quelquefois encore dans le benjoin, a été nommée *cinnaméine*.

On ne peut mieux la comparer qu'à l'oléine; elle se présente comme elle, et comme elle aussi elle se saponifie sous l'influence de la potasse, en donnant naissance à un sel de potasse et à une matière neutre volatile qui a été appelée *péruvine*.

L'acide qui s'est formé dans cette espèce de saponification n'est autre chose que de l'acide cinnamique. C'est la cinnaméine qui, en s'appropriant les éléments de l'eau, forme les résines que l'on retrouve dans tous les baumes. Toutes les résines ont été analysées et ont toutes la même composition.

On peut instantanément transformer la cinnaméine en résine en la traitant par l'acide sulfurique concentré. Cette résine a la même composition que celle qu'on peut retirer des baumes.

Quant à la matière cristalline que l'on retrouve encore dans les baumes, surtout dans le baume du Pérou, elle a la composition de l'hydrure de cinnamyle, $C^{18}H^{14}O^{2},H^{2}$, et en présente toutes les réactions; elle se transforme, sous l'influence de la potasse, en cinnamate de potasse avec dégagement d'hydrogène. C'est cette matière qui,

par son oxidation, donne l'acide cinnamique qui préexiste dans les baumes du Pérou et de Tolu, car ce n'est pas de l'acide benzoïque que l'on y trouve, comme on l'avait cru jusqu'à présent. Quant à cette classe de baumes qui, comme le benjoin, présentent de l'acide benzoïque, ils ont été formés de la même manière que les baumes précédents; c'est toujours la cinnaméine qui a donné naissance à la partie résineuse, car on en retrouve quelquefois dans le benjoin, et l'acide benzoïque s'est formé par l'oxidation d'une substance isomérique avec l'huile d'amandes amères.

On voit donc que les baumes sont maintenant des corps bien caractérisés qui dérivent presque tous des mêmes principes, et qui ne sont différents que parce que les éléments de l'air ont agi inégalement sur eux.

---

43. *Sur la décoloration spontanée de la* TEINTURE DE TOURNESOL, *et sur le blanchiment de la* TEINTURE D'INDIGO, *au moyen de l'éther*; par M. Vogel. (Journ. de Pharm., t. 25, p. 160.)

La teinture d'indigo, conservée dans des flacons bouchés, se décolore spontanément au bout d'un certain temps, et elle reprend sa couleur bleue lorsqu'on l'agite au contact de l'air. L'hydrogène sulfuré opère la même décoloration au bout de très-peu de temps, et disparaît en se décomposant : l'air fait renaître ensuite la couleur bleue. Je me suis assuré que la décoloration spontanée du tournesol est due au sulfate de potasse que renferme cette teinture, et qui, en se décomposant peu à peu, produit de l'hydrogène sulfuré, qui est absorbé.

L'indigo, en dissolution dans l'acide sulfurique, perd sa couleur bleue, et devient vert émeraude, puis jaune brunâtre lorsqu'on y ajoute de l'éther. Ce changement de couleur paraît être dû à l'action de l'aldéhyde que renferme l'éther ordinaire : car il ne faut qu'une très-petite quantité d'aldéhyde pour détruire la couleur bleue et la changer en jaune paille. La couleur bleue ne se reproduit pas en volatilisant l'aldéhyde par l'ébullition.

L'aldéhyde n'agit ni sur le tournesol, ni sur l'indigo noir dissous, ni sur les teintures alcooliques de cochenille et de curcuma.

---

44. *Procédé d'analyse des* SUBSTANCES ORGANIQUES; par M. Mitscherlich. (Institut. 1839, p. 89.)

M. Mitscherlich commence par rappeler les anciennes méthodes employées pour cet objet, et en particulier celle de M. Berzélius; puis il fait connaître sommairement celle qu'il a suivie dans ses recherches, tant précédentes qu'actuelles, et dont il avait déjà donné une idée dans son Manuel de Chimie.

L'hydrogène et le carbone, dans les substances soumises à l'analyse, sont oxidés au moyen de l'oxide de cuivre et de l'oxygène dans le tube qui sert à les brûler, tandis qu'un courant d'air atmosphérique sec est conduit par une pompe sur l'oxide de cuivre rouge de feu pour le dépouiller complétement de toute l'eau qu'il peut contenir. C'est alors que la substance est amenée dans le tube; les substances facilement volatiles, ou les corps solides aisément fusibles, sont placés préalablement dans des tubes fermés à la lampe; les sub-

stances solides sont mises dans un tube où elles sont chaufffées dans un bain de chlorure de zinc jusqu'à la température que le corps peut supporter sans se décomposer, pour les dépouiller de leur eau par un courant d'air sec ; puis, sans que l'air extérieur aït le moindre accès, elles sont renfermées dans le tube où elles doivent être brûlées. A l'extrémité de ce tube, on a soufflé une boule dans laquelle on fait fondre un morceau de chlorate de potasse desséché qu'on y a introduit, ou bien on étire ce tube à sa partie postérieure, et au moyen d'un boyau de caoutchouc on le met en communication avec une cornue dans laquelle, pendant tout le temps de l'oxidation, on produit lentement de l'oxygène en chauffant du chlorate de potasse.

Il faut avoir l'attention de ne pas mêler le chlorate de potasse avec l'oxide de cuivre, parce que cet oxide provoque par son contact une vive décomposition du chlorate. En effet, en mélangeant du peroxide de manganèse, de l'oxide de fer ou de cuivre et beaucoup d'autres oxides à parties égales avec du chlorate de potasse et chauffant le mélange, il y a toujours, avec quelque ménagement qu'on conduise la chaleur, quelque point de la masse qui devient rouge et dont l'incandescence, même en ôtant du feu, se propage avec un vif dégagement d'oxygène à toute la masse, de façon que le chlorate de potasse est promptement décomposé. C'est la méthode la plus commode pour produire promptement une grande masse d'oxygène. L'oxide de cuivre présente très-bien ce phénomène et n'en éprouve aucune altération. Dans tous les cas c'est un fait important pour la théorie de l'équilibre des atomes dans les composés chimiques, que celui de

la décomposition du chlorate de potasse avec dégagement de chaleur, et malgré le dégagement d'un corps gazeux.

Lorsque les corps sont brûlés dans le tube, on y conduit de l'oxygène jusqu'à ce que tout le cuivre soit oxidé et que tout l'acide carbonique et l'eau soient complétement chassés dans la portion antérieure. Dans l'analyse de la partie médullaire des plantes, des vaisseaux ligneux et en spirale, etc., cette méthode a été très-utile, aussi bien que dans celle des corps huileux et gras, et en général pour toutes les substances qui, dans les environs de leur point d'ébullition, peuvent être décomposées par l'oxide de cuivre, ou celles qu'il n'est pas facile de mélanger intimement avec l'oxide, parce que dans la décomposition de ces substances une partie du carbone qui ne peut être en contact avec l'oxide de cuivre, se sépare. Dans l'analyse de quelques substances, on peut faire usage d'air sec au lieu d'oxygène pour chasser du tube où l'on brûle ces corps l'hydrogène et l'acide carbonique, mais l'oxygène pur donne toujours de meilleurs résultats.

Les produits de la combustion sont d'abord conduits dans une boule vide, à laquelle est soudé un tube rempli de chlorure de calcium; on peut rechercher par le goût, l'odorat et d'autres moyens les substances étrangères qui ont pu passer dans l'eau qui se rassemble dans la boule, et on a soin qu'il n'y ait aucun tube de caoutchouc en communication avec l'eau qui s'est ainsi rassemblée. A ce tube plein de chlorure de calcium est fixé l'appareil à la potasse; sa partie inférieure contient autant de liqueur que les boules qui sont unies entre elles par des tubes de thermomètres; à cet

appareil est lié un tube renfermant des fragments de potasse pour condenser jusqu'aux moindres traces d'acide carbonique et de vapeur d'eau, et enfin ce dernier est en communication avec un tube recourbé qui s'engage sous une cloche.

On chauffe le tube d'oxidation au moyen de la lampe à esprit de vin proposée par M. Hess. La chaleur que développe cette lampe est si considérable que, lorsqu'il y a quelque pression dans l'appareil, le tube vole en éclats. On peut opérer en toute sûreté lorsque le mercure, à l'intérieur de la cloche, est d'un pouce plus élevé qu'à l'extérieur.

Les résultats auxquels conduit l'appareil peuvent être mis à l'épreuve en faisant traverser celui-ci par environ 1000 centim. cubes d'oxygène. Dans un essai de ce genre, le poids du tube au chlorure de calcium n'avait augmenté que de 0,0005 gram., et dans un deuxième essai de 0,001 gram.; l'appareil à la potasse n'avait perdu dans le premier essai que 0,003 gram., et dans le deuxième que 0,0035; enfin le tube renfermant des fragments de potasse n'avait pris dans le premier essai que 0,003 gram., et dans le deuxième 0,0035. L'augmentation de poids du tube au chlorure est dû à l'air atmosphérique humide qui s'était introduit dans l'appareil. M. Berzélius vient de recommander récemment ce tube à fragments de potasse solide.

La quantité d'azote est évaluée par une combustion particulière dans laquelle on peut faire usage des appareils dont on s'est servi dans la méthode indiquée, puisqu'au moyen de l'acide carbonique, qu'on dégage du bicarbonate de soude ou du carbonate de plomb, on enlève après la combustion l'air d'abord, et ensuite l'azote.

Le poids atomistique du carbone n'a jusqu'ici été déterminé que par le poids spécifique de l'acide carbonique. Mais les analyses de diverses combinaisons carbonifères ayant conduit à un poids pour l'atome plus faible que celui adopté, l'auteur s'est appliqué à le déterminer par la méthode indiquée d'après l'analyse de la benzine et de la naphtaline. Les résultats de cette analyse ayant fourni un poids atomistique très-faible, et le poids jouant un très-grand rôle dans les recherches que M. Mitscherlich a entreprises sur la composition des acides oléique et sébacique, ce savant s'est décidé à réserver pour un supplément à son mémoire tous les résultats auxquels il est parvenu sur ce sujet.

---

45. *Observations sur la fabrication des* CHLORATES, *des* HYPOCHLORITES, *des* CHLORITES *employés dans les arts, et sur la composition réelle des hypochlorites, des chlorites et des acides oxygénés du chlore; action du chlore sur les acides et les alcalis*; par M. Mackensie. (Acad. des sc., t. 6, p. 865.)

On sait que lorsqu'on fait passer dans une solution de potasse un courant de chlore gazeux, on obtient une liqueur décolorante, qui paraît n'être qu'un mélange d'atomes égaux de chlorure de potassium et d'hypochlorite de potasse. Mais si, dans cette dissolution, on fait arriver un courant de chlore et d'oxygène à la fois, il ne se produit que de l'hypochlorite qui jouit d'un pouvoir décolorant double de celui que l'on retrouverait dans le mélange de chlorure et d'hypochlorite obtenu par le chlore seul.

Les hypochlorites se décomposent par la chaleur en chlorures et chlorates; mais ils peuvent aussi absorber l'oxygène à une température voisine de l'ébullition, et produire ainsi des quantités de chlorates bien plus grandes que celles qui se seraient produites si la décomposition s'était effectuée sans l'absorption de l'oxygène.

Dans ces deux cas, l'oxygène peut d'ailleurs être remplacé par de l'air.

---

46. *Sur la préparation du* POTASSIUM *et du* SODIUM; par M. Werner. (Journ. fur prat. Ch., 1838.)

Il est extrêmement important, pour que la préparation de ces deux métaux réussisse bien, d'employer une proportion exacte de charbon et de carbonate alcalin. Pour les cornues à mercure ordinaires, il faut 20 onces de crème de tartre calcinée en vase clos et réduite en poudre fine, auxquels on ajoute 20 drachmes de charbon aussi en poudre et 24 drachmes de charbon concassé de la grosseur d'une lentille; on humecte le tout avec un peu d'eau, et lorsque la cornue contenant le mélange a été placée horizontalement dans le fourneau, on repousse la matière avec une tringle de fer, de manière à laisser le col parfaitement libre.

Le col de la cornue ne doit pas saillir de plus de trois pouces hors du fourneau, et il ne faut pas le refroidir afin que le métal ne s'y condense pas. On évite ce refroidissement en fixant au col du récipient une rondelle de gypse d'un pouce d'épaisseur. Malgré cette précaution, le tube s'obstrue trois ou quatre fois dans le cours d'une opé-

ration, mais on le dégage très-aisément et sans danger à l'aide du ringard.

L'on ne doit chauffer la cornue que très-lentement, de manière que ce ne soit qu'après une heure de feu environ que les vapeurs vertes du métal volatil commencent à se montrer : alors on ajoute le récipient, et en maintenant la température bien uniforme pendant toute la durée de l'opération, qui est ordinairement de trois à quatre heures, on obtient 3 $\frac{1}{2}$ à 4 onces de potassium en gros morceaux purs, et en outre du carbure de potassium mêlé d'un peu de charbon.

Pour la préparation du sodium, on doit prendre une livre et quart d'acétate de soude charbonné, mêlé de la proportion suffisante de charbon; et l'on obtient trois onces et demie, quatre et même quatre onces et quart de métal.

Il est essentiel que la cornue soit bien lutée avec un mélange de sable et d'argile; pour que le lut y adhère il faut la garnir avec un treillis de fil de fer. Avec ces précautions, elle peut servir deux fois, en ayant soin de renouveler le lut.

---

47. *Sur la* CRÈME DE TARTRE SOLUBLE; par M. Soubeiran. (Journ. de Pharm., t. 25, p. 241.)

La crème de tartre peut se combiner en plusieurs proportions avec l'acide borique : la combinaison saturée en contient 1 at., c'est-à-dire :

1 at.	tartrate de potasse.	0,8377
1 at.	acide borique. . . .	0,1023

Ou :

1 at.	tartrate potassique.	0,5286
1 at.	tartrate borique. . .	0,4714

Mais cette forte proportion d'acide borique n'est pas nécessaire pour que la combinaison jouisse de la solubilité qui la fait rechercher en médecine.

On prépare la combinaison saturée en employant un excès d'acide borique; par exemple, 1 p. pour 2 p. de bitartrate. On dissout dans 24 p. d'eau, on évapore en consistance sèche, on broie, et on lave la poudre à diverses reprises avec de l'alcool à 86°, pour enlever l'excès d'acide borique.

---

48. *Sur les* BORATES DE POTASSE ET DE SOUDE, *et sur le tungstate de potasse et de tungstène*; par M. Laurent. (Ann. de Ch., t. 67, p. 215.)

Le souborate de potasse se dépose d'une solution acide ou neutre au papier de tournesol. Il cristallise en prismes ou en tables, et appartient au système prismatique rectangulaire. Il est brillant, inaltérable à l'air, peu soluble, mais plus à chaud qu'à froid. Sa formule est $6B^2O^3 + KO + 10H^2O$.

En ajoutant peu à peu de la potasse à une solution du sel précédent, par l'évaporation il se dépose du souborate et du triborate, et les eaux mères donnent du biborate. Le triborate cristallise en prismes rectangulaires, et a pour formule $3B^2O^3 + KO + 8H^2O$.

Le biborate cristallise ordinairement en prismes réguliers à six pans, rarement en rhomboèdres. Il a la réaction alcaline : il est très-soluble, et en se fondant il se boursoufle comme le borax. Sa composition est représentée par la formule $2B^2O^3 + KO + 5H^2O$. Il n'est pas isomorphe avec le borax.

Le souborate de soude est à peu près neutre.

Le tungstate de potasse et de tungstène, préparé par la méthode que M. Wœhler a indiquée pour le sel de soude, est d'un rouge violacé cuivreux, très-foncé et très-brillant au soleil : il ressemble à l'indigo sublimé, et, comme celui-ci, il devient d'un beau bleu sous le brunissoire.

---

49. *Combinaison cristalline du* SILICATE DE SOUDE *avec l'eau*; par M. Fritzsche. (Institut, 1838, p. 364.)

Si l'on fait dissoudre dans de la soude caustique autant de silice qu'en peut prendre l'alcali à l'état sec, la liqueur laisse déposer, au bout de peu de temps, des masses cristallines semi-sphériques rayonnées, ou des écailles ou lamelles composées de cristaux plus ou moins reconnaissables : les cristaux ont quelquefois la grosseur d'un pois. Leur forme appartient au système prismatique.

Ce sel ne tombe pas en déliquescence à l'air, mais il s'altère en absorbant de l'acide carbonique. Il fond à 40° dans son eau de cristallisation. Il est composé de :

Silice.	0,2186
Soude.	0,2152
Eau.	0,5662
	1,0000

D'où il suit que sa formule est $\dot{N}^3 \dddot{S}^2 + 27 \dot{H}$.

Quelquefois il se forme en même temps un sel qui renferme le même silicate, mais qui ne contient que 18 atomes d'eau.

---

50. *Préparation de la* LITHINE; par M. Fuchs. (Journ. d'Erdmann, t. 5, p. 320.)

Pour extraire la lithine du mica lépidolithe, on chauffe cette pierre avec 1 $\frac{1}{2}$ à 2 p. de chaux vive pendant 1 $\frac{1}{2}$ à 2 heures; puis on expose la masse à l'air pendant plusieurs heures, en ayant soin de la tenir constamment humectée; ensuite on la broie et on la fait digérer dans l'eau, qui en extrait la potasse et la lithine à l'état de carbonate. On évapore la liqueur, et on sépare les deux alcalis au moyen de l'alcool faible.

Ou bien on calcine la lépidolithe avec $\frac{2}{7}$ de son poids de sulfate de fer, en évitant que le mélange entre en fusion. On fait bouillir la masse pulvérisée dans l'eau, qui en extrait les deux alcalis à l'état de sulfates. On évapore à siccité la solution de ces deux sels, et on dissout le sulfate de lithine au moyen de l'eau alcoolisée.

La triphiline, dont la composition est représentée par la formule $\dot{L}^3 \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}} + 6(\dot{F}e^3, \dot{M}n^3) \overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\bar{P}}$, fournit encore plus facilement la lithine; on dissout ce minéral dans l'acide muriatique, auquel on ajoute de l'acide nitrique pour suroxider le fer. On précipite par l'ammoniaque le peroxide de fer, qui entraîne tout l'acide phosphorique et une certaine quantité de manganèse; on sépare le reste du manganèse par l'addition d'un peu de sulfhydrate ammonique, etc.

Selon M. Setterberg, on peut attaquer le spodumène en le traitant par le chlore à la chaleur rouge dans un tube de porcelaine, après l'avoir mélangé de charbon.

51. *Sur quelques* COMBINAISONS AMMONIACALES, *et sur le rôle que joue l'ammoniaque dans les réactions chimiques*; par M. Bineau. (Ann. de Chim., t. 67, p. 225.)

La combinaison que forme l'iode avec le gaz ammoniac peut être considérée comme $I^2 Az^2 H^6$, ou comme formée de un volume de vapeur d'iode et trois volumes d'ammoniaque.

Je n'ai pas réussi à combiner le phosphore avec l'ammoniaque.

Les gaz selenhydrique et tellurhydrique se décomposent complétement, en peu de jours, au contact du mercure.

Le premier peut absorber un volume d'ammoniaque égal au sien ou un volume double. Dans le premier cas, il se forme un bisel blanc cristallin analogue au seul composé que puisse donner l'acide sulfhydrique avec l'ammoniaque. Dans le second cas, il se forme un sel neutre.

L'acide tellurhydrique ne donne qu'un bisel.

Le cyanhydrate d'ammoniaque paraît contenir volumes égaux d'acide et de base sans condensation ni dilatation.

Le carbonate d'ammoniaque, soit anhydre, soit en dissolution, se décompose en ses deux éléments à une chaleur bien inférieure à 100°. Il paraît en être de même des acétate, benzoate et succinate d'ammoniaque.

Si l'on considère l'ammoniaque comme un azoture d'hydrogène qui correspond à l'eau, 177,03 d'azote équivalent à 300 d'oxygène, et l'azote n'a pour équivalent que 59,01. L'examen des azotures de potassium et de sodium conduit aussi à la même conséquence.

Mais lorsque l'ammoniaque réagit par son hydrogène comme désoxygénant, ce n'est pas toujours de l'azote seul qui se substitue à l'oxygène enlevé (et ce que je dis ici s'applique au chlore, à l'iode, etc.). Quelquefois, ainsi que M. Dumas l'a signalé le premier, c'est l'azoture $Az^2 H^2$ qui, jouant le rôle de corps électro-négatif, reste avec le corps que l'hydrogène a désoxygéné en tout ou en partie. D'autres fois c'est l'azoture Az H.

Il y a substitution d'azote dans le cyanogène, l'acide cyanhydrique, l'acide cyanique, l'essence d'amandes amères, le mélame, par rapport à l'acide oxalique, à l'acide formique, à l'acide carbonique, à l'hydrobenzamide et à l'ammélide.

Il y a substitution de l'azoture Az H dans la succinamide, la benzimide, l'amygdaline, par rapport à l'acide succinique, l'acide benzoïque et l'acide amygdalique.

Enfin il y a substitution de l'azoture $Az^2 H^2$ dans l'oxamide, la benzamide et l'urée, par rapport aux acides oxalique, benzoïque et carbonique.

---

52. *Lettre à M. Liebig sur la composition des* SELS DOUBLES AMMONIACAUX; par M. Robert Kane. (Ann. der Pharm., t. 26.)

D'après l'analyse que j'ai faite d'un très-grand nombre de combinaisons ammoniacales, je me suis formé la théorie suivante de ces combinaisons.

Le gaz ammoniac est un amidure d'hydrogène (Ad), qui n'est ni une base ni un alcali, mais un corps qui, en général, joue le même rôle que l'eau et l'acide chlorhydrique.

Les combinaisons de l'hydrogène doivent être

considérées comme analogues aux combinaisons de l'oxygène : ainsi, l'hydrogène, dans le sel ammoniac $Cl^2 H^2, H^2 Ad$, équivaut à l'oxygène dans l'hypochlorite de potasse $Cl^2 O, O K$.

Il y a des sels dans lesquels l'amide se trouve combiné avec un métal, de la même manière qu'avec l'hydrogène dans l'ammoniaque. Par exemple, le sel blanc que l'on obtient en faisant digérer le sulfate de mercure ou le turbith dans de l'ammoniaque, a pour formule $Hg O S O^3 + 2 Hg O + Hg N^2 H^4$.

La théorie des radicaux composés de la chimie organique s'applique d'elle-même à celle de Dulong sur les sels ordinaires.

Je conserve le mot *ammonium*, mais je considère ce radical $H^4 N^2 H^4$ comme un *sous-amidure d'hydrogène* (*amidogène*); et j'admets que l'amidogène existe dans le sel ammoniac.

Je n'ai pas abandonné la théorie de l'éthyl; cependant l'éthyl n'est pas $C^4 H^{10}$, mais $C^4 H^6 + H^4$.

---

53. *Manière d'être du* VERRE *avec le sulfate d'ammoniaque*; par M. Marchand. (Ann. de Pog., t. 42, p. 556.)

Les mélanges d'hydrochlorate et de nitrate d'ammoniaque attaquent fortement le verre, surtout lorsqu'il est plombeux.

Quand on chauffe du sulfate d'ammoniaque dans un vase de verre, il commence à fondre à environ 140° : jusqu'à 280°, il n'éprouve pas d'altération; mais, à cette température, il se dégage de l'ammoniaque, il se sublime du sulfate et du sulfite d'ammoniaque, et on ne tarde pas à re-

marquer que le verre est fortement attaqué. Toute la surface intérieure devient mate, parce qu'il y a combinaison de l'acide sulfurique avec la potasse; souvent le verre, qui fréquemment est attaqué jusqu'au centre, se brise, et il sort du sulfate de potasse à travers les fentes.

54. *Observations sur la constitution du* SEL VOLATIL *ou* CARBONATE D'AMMONIAQUE *du commerce*; par M. Scanlan. (Bibl. de Gen., t. 17, p. 183.)

Le sel volatil du commerce n'est pas un sesquicarbonate d'ammoniaque, comme on l'a cru; c'est un mélange de bicarbonate d'ammoniaque en cristaux et de carbonate simple. Lorsque l'on traite la masse successivement par des quantités d'eau ménagées, le carbonate se dissout d'abord, et à la fin il ne reste que du bicarbonate presque pur, qui présente un assemblage de cristaux non désagrégés, dont les interstices vides étaient d'abord remplis de carbonate ordinaire.

55. *Détermination quantitative de l'*AMMONIAQUE; par M. Marchand. (Journ. d'Erdmann, t. 13, p. 502.)

Parmi les différents procédés employés pour déterminer l'ammoniaque dans ses combinaisons, le même ne peut pas toujours être mis en usage. Le choix qu'on en doit faire dépend essentiellement de l'habileté du chimiste. En examinant la méthode de M. H. Rose, qui consiste à faire absorber ce gaz par du chlorure de calcium, j'ai eu

l'occasion de la remplacer par une autre, qui peut servir dans certains cas.

J'ai employé dans mes expériences du sel ammoniac, dissous dans un petit ballon *a* (*Pl. XI*, *fig.* 1), et mêlé à deux fois son poids de baryte hydratée; le ballon fut fermé hermétiquement au moyen d'un bouchon, au travers duquel passait un tube recourbé à angle droit *a'*, dont la portion perpendiculaire, depuis l'angle jusqu'au ballon, était à peu près aussi longue que ce dernier. Un petit tube *b*, plein d'hydrate de potasse, fut adapté par l'une de ses extrémités à sa suite, au moyen du caoutchouc; enfin, un autre tube *c*, contenant du chlorure de calcium, et dont on avait préalablement déterminé le poids, fut fixé par le même moyen à l'autre extrémité du tube *b*.

Les choses ainsi disposées, le ballon fut chauffé, et il se dégagea de l'ammoniaque qui fut entraînée avec les vapeurs aqueuses dans le tube à potasse, où ces dernières furent complétement absorbées. Cependant, en présentant devant l'extrémité du tube *c* une baguette humectée d'acide chlorhydrique, non-seulement des vapeurs blanches se manifestèrent, mais encore l'odeur de l'ammoniaque devint sensible. Pour cette raison, j'ai remplacé le tube *c* par l'appareil à potasse de M. Liebig, après l'avoir rempli d'une solution de chlorure de calcium pas trop concentrée. Alors je ne remarquai plus d'ammoniaque; mais, dès que ce gaz se fut dégagé en assez grande quantité pour chasser tout l'air contenu dans l'appareil, la solution de chlorure de calcium remontait dans le tube, en absorbant avec avidité toute l'ammoniaque qui le remplissait. Conséquemment mon analyse était manquée. C'est pourquoi je disposai

encore un troisième tube *c*, contenant du chlorure de calcium sec entre l'appareil *d* et le tube à potasse *b*, et je répétai l'expérience de la même manière. L'absorption de l'ammoniaque fut enfin complète, et l'expérience ne laissa plus rien à désirer.

Dès que le dégagement de gaz a cessé, et que toute l'eau a été absorbée par la potasse, on chauffe avec précaution le ballon, pour décomposer tout le sel ammoniacal; on enfonce le tube *a'* presque jusqu'au fond du ballon, ce qui réussit très-bien, lorsqu'on l'enduit d'un peu de suif. Enfin on laisse entrer l'air en soulevant légèrement le bouchon, et on aspire l'air par le tube, pour balayer tout l'appareil. En opérant ainsi, presque toute l'ammoniaque est absorbée, et ce qui reste est inappréciable.

On doit surtout avoir soin d'empêcher que la masse ne se tuméfie, de manière à remplir le ballon et à monter jusqu'au tube à potasse. Dans le cas où ceci aurait lieu, il faudrait chauffer un peu ce tube, afin de décomposer le sel ammoniacal qui s'y serait introduit. Il est bon de choisir le tube *d* aussi léger que possible, parce que, comme il n'absorbe que très-peu d'ammoniaque, il sera plus facile d'en déterminer l'augmentation de poids. Sans prétendre que cette méthode ait justement un avantage considérable sur celle de M. H. Rose, je crois cependant qu'elle est plus expéditive et qu'elle présente plus de facilité d'exécution. Une demi-heure suffit pour terminer l'opération et les pesées.

Ce procédé peut également être employé pour déterminer en même temps la quantité d'eau et celle de l'ammoniaque.

Voici les expériences que j'ai faites pour vérifier l'exactitude de ce procédé :

I. 0,2635 de sel ammoniac ont fait augmenter :

Le tube *c* de	0,0833	d'ammoniaque.
Le tube *d* de	0,0020	
	0,0853	
D'après le calcul :	0,0843	

II. 0,392 ont donné :

Pour *c*	0,1220	d'ammoniaque.
Pour *d*	0,0025	
	0,1245	
D'après le calcul :	0,1255	

III. 0,930 azotate d'ammoniaque ont donné :

Pour *b*	0,104	d'eau.
Pour *c*	0,194	d'ammoniaque.
Pour *d*	0,002	
	0,196	
Le calcul donne :	0,1055	d'eau,
et	0,1976	d'ammoniaque.

J'ai également examiné la méthode de M. Anthon, qui consiste à faire absorber l'ammoniaque par un mélange d'acide sulfurique et d'alcool, et elle m'a fourni de très-bons résultats.

---

56. *Préparation du* NITRATE DE STRONTIANE ; par M. Liebig. (Ann. der Pharm., avril 1838.)

On fait un mélange de trois parties de sulfate de strontiane avec une partie de charbon en poudre, et l'on ajoute au mélange une suffisante quantité de colle d'amidon, pour en faire une pâte ferme que l'on moule en cylindres de 5 à 6 pouces de long et 1 à 1 1/2 pouce de diamètre.

On range ces cylindres bien desséchés dans un fourneau à vent, et lorsque les charbons sont au rouge vif, on diminue la chaleur en fermant la porte et bouchant l'ouverture; la réduction n'exige pas une chaleur élevée, mais une chaleur soutenue.

On dissout le sulfure de strontiane dans l'eau, on en précipite la strontiane par le carbonate de soude, etc.

---

57. *Moyen de reconnaître* LA STRONTIANE; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., 1838.)

La baryte, la chaux et la magnésie sont précipitées de leurs dissolutions neutres, lorsqu'elles ne sont pas trop étendues, par le cyanure ferroso-potassique, à l'état de combinaison de cyanure ferroso-potassique et cyanures ferroso-barytique, calcique ou magnésique, tandis que la strontiane n'est pas précipitée par le même réactif.

---

58. *Sur la séparation* DE LA BARYTE DE LA STRONTIANE; par M. R. F. Marchand. (J. d'Erdmann, t. 13, p. 441.)

J'ai essayé le procédé indiqué par M. Smith pour séparer la baryte de la strontiane, procédé qui consiste à verser dans la dissolution renfermant les deux bases du chromate neutre de potasse : le chromate de baryte étant complétement insoluble se précipite et se sépare du chromate de strontiane qui est soluble dans une grande quantité d'eau. J'ai reconnu que ce procédé pouvait donner des résultats exacts, mais la grande quantité d'eau

qu'il faut employer pour tenir la strontiane en dissolution le rend très-gênant dans la pratique. Ainsi, pour séparer un mélange formé en dissolvant dans l'acide nitrique faible 1$^{gr.}$,243 carbonate de baryte et 0$^{gr.}$,962 carbonate de strontiane, il a fallu dissoudre le tout dans 3 litres d'eau.

Le meilleur procédé de séparation de ces deux bases est donc toujours celui de Berzélius, qui est fondé sur l'emploi de l'acide hydrofluosilicique.

---

59. *Sur une nouvelle combinaison d'eau et de* SULFATE DE CHAUX; par M. Johnston. (Phil. Mag., nov. 1838.)

On a observé fréquemment dans la chaudière d'une machine à vapeur alimentée par l'eau d'une mine de houille, à Team, près Newcastle, un dépôt granuleux brillant, d'un gris d'acier, et qui, au microscope, paraît composé d'un grand nombre de petits cristaux prismatiques transparents, et colorés par une matière charbonneuse. J'ai reconnu que ces cristaux étaient uniquement composés de sulfate de chaux ne contenant qu'un demi-atome d'eau de cristallisation, tandis que le gypse ordinaire en renferme 1 atome. Leur pesanteur spécifique est de 2,757, tandis que celle du gypse n'est que de 2,310, et celle de l'anhydrite de 2,899.

Comme la machine marche à deux atmosphères, il est probable que c'est à la haute température sous laquelle se dépose ce sel qu'il doit sa constitution particulière.

---

60. *Essai physiologico-chimique sur l'influence de la* MAGNÉSIE NATIVE (globérite) *dans la germination, la végétation et la fructification des plantes*; par M. Angelo Abbene. (Journ. de Pharm., t. 25, p. 32.)

Mes essais m'ont conduit aux conclusions suivantes :

1° Non-seulement la magnésie native n'est pas contraire à la végétation, mais elle lui est favorable;

2° Elle exerce dans la végétation une action analogue à celle de la chaux;

3° Lorsque dans les terres arables il se trouve de la chaux et de la magnésie, la première est absorbée de préférence par les plantes, parce qu'elle a une plus grande affinité pour l'acide carbonique;

4° Dans les terrains magnésiens stériles, ce n'est pas à la magnésie qu'il faut attribuer la stérilité, mais bien à l'état de cohésion de leurs parties, ou au manque d'engrais, d'argile ou des autres composants, ou à la grande quantité d'oxide de fer, etc.;

5° Les terrains magnésiens stériles peuvent être fertilisés au moyen de substances calcarifères, comme des plâtras, de la corne, des résidus de cendre, de la marne, pourvu que les autres conditions soient remplies.

---

61. *Sur les* SELS D'YTTRIA; par M. Berlin. (Compte-rendu de M. Berzélius.)

L'*yttria* bien pure tire un peu sur le jaune

lorsqu'elle provient de la calcination de l'oxalate, et elle est tout à fait jaune quand elle provient de la calcination de l'hydrate.

Le *sulfate yttri-potassique* $\dot{K}\dddot{S} + \dot{Y}\dddot{S}$ est soluble dans 16 p. d'eau froide et dans 10 p. d'eau saturée de sulfate de potasse. Il se prend par l'évaporation en croûte saline.

Le *sulfate yttrique* souillé de cérium est presqu'insoluble dans l'eau, le charbon ne le réduit pas. Pour le décomposer il faut le dissoudre dans l'acide nitrique et précipiter la dissolution par la potasse.

L'*hyposulfate* cristallise en longs prismes tétraédriques, inaltérables à l'air.

Le *sulfite* est insoluble dans l'eau et soluble dans un excès d'acide sulfureux.

L'*arseniate* est insoluble.

Le *chlorure* et le *bromure* peuvent cristalliser en tablettes rectangulaires.

L'*Iodure* est soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. Il cristallise en tetraèdres à arêtes tronquées.

Le *cyanure* est en cristaux blancs mamelonnés et efflorescents : il est très-soluble. Le *cyanure ferroso-yttrique* est blanc et insoluble.

Le *bromate* est peu soluble.

L'*Iodate* est en poudre blanche, anhydre, soluble dans l'acide nitrique, mais qui ne se dissout que dans 190 p. d'eau pure.

Le *carbonate* est un peu soluble dans l'acide carbonique ainsi que dans le carbonate sodique. Sa composition est $\dot{Y}\ddot{C} + 3\dot{\bar{H}}$. A 100°, il perd 1 at. d'eau. Il retient encore de l'acide carbonique à la chaleur blanche.

L'oxalate $\dot{Y}\,\dddot{\overline{C}} + 3\,\overline{H}$ est tout à fait insoluble dans l'eau et même dans les acides nitrique et hydrochlorique, à moins que ces acides ne soient très-concentrés. Il donne avec la potasse un sel double $\dot{Y}\,\dddot{C} + \dot{K}\,\dddot{\overline{C}}$ qui est soluble.

L'acétate est soluble dans 9 p. d'eau et dans l'alcool. Il perd 2 at. d'eau à 100°.

Le *tartrate* est anhydre. Il se dissout dans l'acide tartrique.

Le *succinate* contient 2 at. d'eau, et il en perd 1 at. à 100°.

Le *benzoate* est anhydre, il se dissout dans 89 p. d'eau froide.

Le *croconate* cristallise en feuillets minces d'un brun jaunâtre : il est très-soluble.

Le *chromate* est déliquescent; quand on le fait bouillir avec un excès d'yttria, il se précipite un sel basique brun, et la liqueur retient un sel neutre en dissolution.

Le *tungstate* renferme 2 at. d'eau. Il est un peu soluble dans ce liquide et plus encore dans le tungstate sodique.

Le *molybdate* est anhydre. Il est insoluble dans l'eau, mais il se dissout dans l'acide nitrique.

---

62. *Sur un nouveau* SULFATE D'ALUMINE BASIQUE; par M. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 43.)

On connaît deux sels basiques d'alumine; l'un $\dddot{Al}\,\dddot{S}^2$, dont l'apparence est gommeuse, et l'autre $\dddot{Al}\,\dddot{S}$ pulvérulent, qui se forme en faisant bouillir le premier ou en décomposant le sel neutre dans l'ammoniaque.

M. Bauer a observé qu'en saturant de l'hydrate d'alumine par de l'acide sulfurique étendu, il se forme, sur les parois du vase, au bout d'un long temps, des concrétions qui sont formées de petits prismes transparents.

J'ai examiné ce sel. Il se dissout dans 31 p. d'eau bouillante et 144 p. d'eau froide. Il est composé de :

Acide sulfurique .	0,27469	oxygène	16,44	— 4
Alumine	0,26666		12,45	— 3
Eau.	0,45865		41,66	—10

Sa formule est donc $\dddot{A}l^3 \dddot{S}^4 + H^{30}$. Mais il serait peut-être préférable de le considérer comme un sel double formé de $\dddot{A}l \dddot{S}^2 + 2 \dddot{A}l \dddot{S} + H^{30}$.

---

63. *Sur l'*OXIDATION DES MÉTAUX *par l'air atmosphérique*, par M. Bonsdorf. (Rép. de Ch., t. 4, p. 165 (1).)

Le zinc parfaitement décapé se conserve intact dans l'air sec, et même dans l'air humide lorsque la température ne s'abaisse pas et qu'il n'y a pas d'acide carbonique ; mais au contact de l'air, de l'eau et de l'acide carbonique, le métal se recouvre promptement d'une couche d'hydrocarbonate de même nature que l'hydrocarbonate natif.

Le zinc ne décompose pas l'eau pure à la température ordinaire; mais, dans l'eau aérée, il donne promptement naissance à de l'hydrate de zinc contenant 0,07 d'eau, et qui s'attache au métal sous forme de petites aiguilles. Au contact de

(1) Voyez *Ann. des Mines*, t. 13, p. 425.

l'acide carbonique, c'est de l'hydrocarbonate qui se produit.

Si l'on place, dans une atmosphère saturée d'humidité, un morceau de zinc poli et un morceau de plomb terni, lorsque la température baisse, le plomb se couvre de rosée, et le zinc reste sec sans s'oxider. Un phénomène analogue se présente toujours lorsque l'on met deux métaux différents dans de l'air saturé d'humidité. La rosée se dépose sur l'un des deux seulement; et si l'on attribue cet effet à l'électricité, on doit en conclure que les gouttelettes d'eau qui se précipitent sont électrisées positivement.

Le fer parfaitement décapé se conserve dans l'air sec ou humide, même en présence de l'acide carbonique; mais pour peu qu'il soit oxidé ou qu'il renferme des grains ou inégalités, il se rouille par l'effet d'un développement d'électricité de contact, qui précipite, comme électro-négatif, de la vapeur d'eau de l'air sur le métal. Divers corps gazeux répandus accidentellement dans l'air, comme l'hydrogène sulfuré, l'acide acétique, le chlore, sous l'influence de la vapeur d'eau, produisent rapidement aussi l'oxidation du fer.

Le cadmium se conserve dans l'air saturé d'eau. Avec le temps, il se recouvre dans l'atmosphère d'une matière oxidée d'un gris blanc qui contient de l'acide carbonique. Dans l'eau aérée, il se recouvre d'une couche mince d'un gris bleu qui paraît être un hydrate.

Le cuivre n'éprouve aucune altération dans l'air saturé d'humidité, non plus que dans l'eau aérée.

---

64. *Action des acides sur les* MÉTAUX; par M. Andrews. (Phil. Mag., avril 1838.)

On peut résumer comme il suit l'influence du courant voltaïque sur l'action chimique des acides oxygénés concentrés à l'égard des métaux.

Le contact d'un métal électro-négatif augmente l'action ordinaire d'un acide oxygéné sur le métal électro-positif, dans le cas seulement où l'acide est assez étendu pour que le dernier métal s'oxide par l'effet de la décomposition de l'eau; il diminue au contraire cette action dans le cas où l'acide est assez concentré pour que le métal soit oxidé par l'effet de la décomposition même de l'acide.

---

65. *Sur la précipitation des principaux* MÉTAUX *par l'hydrogène sulfuré dans des dissolutions acidifiées par l'acide hydrochlorique*; par M. Hugo Reimsch. (J. d'Erdmann, t. 13, p. 129.)

On a cru jusqu'ici que les sels de zinc, de fer, de manganèse, de cobalt et de nickel étaient les seuls qui n'étaient pas précipités par l'hydrogène sulfuré dans leurs dissolutions un peu fortement acides, tandis que tous les autres métaux étaient précipités et changés en sulfures dans leurs dissolutions même très-fortement acides. J'ai entrepris une série de recherches dans le but de reconnaître si cette opinion était exacte, et j'ai reconnu que plusieurs métaux, tels que le plomb, l'étain et le platine, n'étaient plus précipités par l'hydrogène sulfuré, quand leurs dissolutions étaient trop

fortement acidifiées, surtout par de l'acide hydrochlorique.

Si l'on dissout 1 partie d'acétate neutre de plomb dans 200 parties d'eau, et que l'on ajoute à une portion de cette dissolution 25 p. o/o de son poids d'acide hydrochlorique d'une densité de 1,168, il se précipite au commencement un peu de chlorure de plomb, ce sel étant fort peu soluble dans l'acide hydrochlorique. Si ensuite on fait passer à travers la liqueur un courant d'hydrogène sulfuré, on n'aperçoit aucun précipité; mais si l'on verse quelques gouttes de cette dissolution dans de l'eau, il se forme aussitôt un abondant précipité de sulfure de plomb. Il est très-possible, d'après cela, que dans beaucoup d'analyses on n'ait pas retrouvé une petite quantité de plomb qui y existait, les liqueurs étant trop acides. Cette propriété des sels de plomb donne un moyen facile de séparer du plomb de petites quantités d'arsenic, de cuivre, d'argent, d'antimoine ou de mercure, qui sont encore complétement précipités dans des dissolutions très-acides.

Si à la dissolution titrée (1 acétate de plomb, 200 d'eau) on ajoute 15 p. o/o de son poids d'acide hydrochlorique, elle ne précipite pas encore par l'hydrogène sulfuré. Mais si l'on ajoute un peu d'eau, il se forme aussitôt un abondant précipité de sulfure de plomb.

La même dissolution mélangée de 10 p. o/o d'acide hydrochlorique donne, avec le gaz hydrogène sulfuré, un beau précipité rouge, qui conserve sa couleur et qui est un sulfochlorure de plomb.

Mélangée seulement avec 5 p. o/o d'acide hydrochlorique, la dissolution d'acétate de plomb

donne, par l'hydrogène sulfuré, un précipité d'abord rouge, mais qui brunit bientôt, et finit par devenir noir.

Une dissolution renfermant 1 d'acétate sur 500 d'eau se comporte avec l'hydrogène sulfuré, de même que celle de 1 d'acétate sur 200 d'eau, quand les deux dissolutions renferment les mêmes proportions d'acide. Cependant quand la dissolution à $\frac{1}{500}$ renferme 10 p. o/o d'acide, elle est encore précipitée en rouge par l'hydrogène sulfuré; mais le précipité rouge n'est plus permanent. Avec 5 p. o/o d'acide hydrochlorique, la dissolution à $\frac{1}{500}$ précipite de suite en noir par l'hydrogène sulfuré.

L'étain présente aussi, dans ces circonstances, une propriété intéressante. Comme ce métal n'est pas précipité par l'acide hydrochlorique, on peut rendre ses dissolutions beaucoup plus acides que celles du plomb, et obtenir ainsi des séparations très-nettes d'autres métaux, tels que de l'arsenic.

Une partie de protochlorure d'étain dissoute dans 100 parties d'eau, fut mélangée avec 25 d'acide hydrochlorique et la dissolution traitée par l'acide hydrosulfurique. Dans les premiers moments il n'y eut pas de précipité; mais au bout de quelque temps la liqueur se troubla. La même dissolution avec 15 p. o/o d'acide précipite tout de suite.

La dissolution de chlorure d'étain à $\frac{1}{100}$, acidifiée avec 40 p. o/o d'acide hydrochlorique, n'est plus précipitée par l'acide hydrosulfurique. Mais la dissolution saturée de gaz étant versée dans l'eau, il se forme aussitôt un précipité de sulfure d'étain. Une dissolution d'étain à $\frac{1}{50}$, mélangée avec 50 p. o/o d'acide, est précipitée par l'hydro-

gène sulfuré. Une dissolution à $\frac{1}{500}$ se comporte exactement comme celle à $\frac{1}{100}$.

Une dissolution de perchlorure de platine à $\frac{1}{100}$, mélangée avec 25 p. o/o d'acide hydrochlorique, n'est plus précipitée par l'hydrogène sulfuré.

Une dissolution de chlorure d'or à $\frac{1}{5.000}$, mélangée avec 50 p. o/o d'acide hydrochlorique, est à peine troublée par l'hydrogène sulfuré. Une dissolution à $\frac{1}{10.000}$, mélangée avec 50 p. o/o d'acide, ne montre plus aucune réaction.

Une dissolution d'émétique à $\frac{1}{10.000}$ d'antimoine, mélangée avec 50 p. o/o d'acide, est à peine troublée par l'hydrogène sulfuré. Une dissolution à $\frac{1}{15.000}$ se colore encore en jaune; enfin une dissolution à $\frac{1}{30.000}$ ne montre plus de réaction.

Une dissolution d'acétate neutre de cuivre à $\frac{1}{10.000}$, mélangée de 25 p. o/o d'acide hydrochlorique, est précipitée d'une manière bien prononcée. Une dissolution à $\frac{1}{15.000}$, avec 50 p. o/o d'acide, est encore un peu troublée; une dissolution à $\frac{1}{40.000}$, avec 50 p. o/o d'acide, ne montre plus de réaction.

Une partie de nitrate d'argent fondu fut dissoute dans 15,000 p. d'eau; on ajouta de l'acide hydrochlorique qui donna d'abord un précipité, lequel entra de nouveau en dissolution à la faveur de l'excès d'acide. Cette dissolution, acidifiée par 50 p. o/o d'acide, donna par l'hydrogène sulfuré un précipité gris très-notable.

La dissolution à $\frac{1}{25.000}$ fut encore précipitée d'une manière sensible. Dans la dissolution à $\frac{1}{30.000}$ il y eut encore un léger trouble; enfin dans une dissolution à $\frac{1}{60.000}$ il n'y eut plus rien.

Une partie d'acide arsénieux, dissoute dans 20.000 p. d'eau, fut acidifiée par 50 p. o/o d'acide hydrochlorique. Cette dissolution, soumise à l'hydrogène sulfuré, donna un précipité notable. La dissolution à $\frac{1}{30.000}$ donna encore un trouble très-sensible. La réaction ne disparut que dans une dissolution à $\frac{1}{120.000}$, acidifiée par 50 p. o/o d'acide hydrochlorique. La dissolution à $\frac{1}{36.000}$ n'est pas troublée par l'hydrogène sulfuré, quand on l'acidifie par une quantité considérable d'acide hydrochlorique.

---

66. *De l'action des dissolutions alcalines sur quelques* MÉTAUX; par M. Vogel de Munich. (Journ. de Ph., t. 24, p. 454.)

Il y a quelques années que M. Payen publia un intéressant mémoire, dans lequel il fit voir que les liqueurs alcalines faibles ont la propriété de défendre le fer et l'acier contre la rouille, et que l'eau contenant de $\frac{1}{500}$ jusqu'à $\frac{1}{1000}$ d'un alcali est encore douée de cette faculté. Il a observé, de plus, que le carbonate de soude, le borax et l'eau de chaux se comportent envers l'acier à peu de chose près comme les alcalis (1).

Immédiatement après l'apparition du travail de M. Payen, j'eus l'occasion de répéter et de confirmer la plupart de ses expériences.

Comme une dissolution alcaline ajoutée à l'eau en dégage l'air, M. Payen crut d'abord que ce liquide privé d'air était la cause de la conservation

---

(1) *Voy.* Annales de Chimie et de physique, tome L, page 305.

de l'acier; mais, d'après l'avis de M. Thenard, il changea d'opinion et considéra la garantie contre la rouille comme une propriété générale appartenant aux substances alcalines.

Si, d'après cette idée, émise par M. Payen, les alcalis possédaient exclusivement la propriété d'empêcher l'oxidation des métaux, il s'ensuivrait que tous les métaux facilement oxidables devraient conserver leur éclat dans une dissolution alcaline.

Pour voir jusqu'à quel degré ce résultat peut être obtenu, je fis quelques expériences concernant l'action des substances alcalines sur les métaux.

Il est vrai que plusieurs métaux conservent leur brillant métallique dans les dissolutions alcalines aussi bien que l'acier et le fer. Dans ce cas se trouvent plus particulièrement le nickel et l'antimoine, que j'avais laissé submergés pendant trois mois dans une dissolution composée d'une partie de potasse caustique et de 300 parties d'eau. Dans la dissolution dans laquelle le nickel avait séjourné, il ne se trouvait pas de nickel, et dans celle d'antimoine il n'y avait qu'une trace de ce métal.

---

67. *Sur les* IODATES et HYPERIODATES; par M. C. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 44, p. 545.)

Les iodates qui font le sujet de ce mémoire ont été préparés par double décomposition au moyen de l'iodate de soude, ou en dissolvant la base dans l'acide iodique. L'acide iodique a toujours été préparé en décomposant par l'acide sulfurique la dissolution d'iodate de baryte.

L'*iodate de soude* cristallisé à la température

ordinaire a pour formule : $NaO. I^2O^5 + 2aq$. Il forme des aiguilles brillantes, soyeuses. Cristallisé à une température inférieure à $+ 5^\circ$, il présente la composition $NaO. I^2O^5 + 10aq$, et ses cristaux sont de gros prismes efflorescents à l'air. La dissolution obtenue en décomposant par le carbonate de soude le chlorure d'iode laisse souvent, après qu'elle a déposé la plus grande partie de son iodate de soude, cristalliser un sel double qui a pour formule : $NaO. I^2O^5 + 2Na Cl^2 + 12aq$, et qui cristallise en prismes.

L'*iodate de lithine* ne renferme pas d'eau de cristallisation. Il se dissout dans 2 parties d'eau.

L'*iodate d'ammoniaque* $N^2H^8O. I^2O^5$ forme des petits grains cristallins, ou des petits cubes très-brillants; il se dissout dans 6,9 d'eau bouillante, et 38,5 d'eau à 15°.

L'*iodate de magnésie* $MgO. I^2O^5$ se dissout dans 3,04 d'eau chaude, et 9,43 d'eau froide.

L'*iodate de cérium* $CeO. I^2O^5 + aq$ forme une poudre blanche insoluble dans l'eau.

L'*iodate de manganèse* $MnO. I^2O^5$, obtenu en mêlant une dissolution chaude et concentrée d'acétate de manganèse avec de l'iodate de soude, forme une poudre cristalline rosée soluble dans 200 parties d'eau.

Iodate de fer. L'iodate de soude, versé dans une dissolution de sulfate de protoxide de fer, donne un précipité blanc, qui jaunit promptement à l'air, et devient ensuite brun. En chauffant la dissolution filtrée, il se précipite une poudre brune formée de $3F^2O^3.5I^2O^5 + 13aq = (2Fe^2O^3. 3I^2O^5 + 5aq) + (Fe^2O^3. 2I^2O^5 + 8aq)$.

L'*iodate de peroxide de fer bibasique*, $Fe^2O^3. 5I^2O^5 + 8aq$, forme un précipité jaunâtre

qui rougit par la dessiccation, et se dissout assez difficilement dans l'acide nitrique.

L'*iodate de cobalt* $CoO.I^2O^5 + 1\frac{1}{2}aq$ forme des croûtes cristallines d'un rouge violet, solubles dans 90 parties d'eau bouillante et dans 148 d'eau froide.

L'*iodate de nickel* $NiO.I^2O^5 + aq$ forme une poudre cristalline d'un vert clair, soluble dans 77,35 d'eau bouillante, et dans 120,3 d'eau froide.

L'*iodate de nickel ammoniacal* $NiO.I^2O^5 + 2N^2H^6$ s'obtient facilement en précipitant par l'alcool une dissolution d'iodate de nickel dans l'ammoniaque.

L'*iodate de zinc* $ZnO.I^2O^5 + 2aq$ forme une poudre cristalline blanche, soluble dans 75,9 d'eau bouillante, et dans 113,8 d'eau froide. Ce sel se dissout très-bien dans l'acide nitrique et dans l'ammoniaque.

L'*iodate de bismuth*, chauffé dans un vase fermé, laisse un résidu jaune fondu d'oxiodure de bismuth, dans le rapport de 1 at. iodure et de 5 at. oxide.

L'*iodate de cuivre* $Cu.I^2O^5 + 1\frac{1}{2}aq$ forme un précipité d'un gris bleuâtre, soluble dans 154 d'eau bouillante, et dans 301,8 d'eau froide. L'ammoniaque précipite de l'iodure d'azote de la dissolution de ce corps dans l'acide hydrochlorique.

L'*iodate de cuivre ammoniacal* $CuO.I^2O^5 + 2N^2H^6 + 3aq$ forme des cristaux prismatiques d'un bleu d'azur.

L'*iodate de protoxide de mercure* est anhydre; il se décompose par la chaleur en iodide rouge, mercure et oxygène : $Hg^2O, I^2O^5 = HgI^2 + Hg + 6O$.

L'iodate de deutoxide de mercure et *l'iodate d'argent* sont anhydres.

L'iodate de baryte $BaO.\,I^2O^5 + aq$ se prépare le mieux au moyen du chlorure de barium et de l'iodate de soude ; il est soluble dans 1746 d'eau froide, et dans 600 d'eau bouillante ; il se dissout difficilement dans l'acide nitrique, mais très-bien dans l'acide hydrochlorique.

L'iodate de strontiane précipité à chaud a pour formule $SrO.\,I^2O^5 + aq$; précipité d'une dissolution froide, il a pour composition $SrO.\,I^2O^5 + 6aq$; il se dissout dans 342 parties d'eau froide, et dans 110 d'eau bouillante.

L'iodate de chaux $CaO.\,I^2O^5 + 5\,aq$ se dissout dans 253 parties d'eau froide, et dans 74 d'eau bouillante.

D'après M. Gay-Lussac, l'iodate de baryte soumis à l'action de la chaleur se décomposerait en iode et oxygène qui se dégagent, et en baryte pur qui reste.

J'ai trouvé que le résidu est formé par un hyperiodate quadribasique : $5\,BaO + I^2O^7$.

5 at. iodate de baryte.	$Ba^5\,I^{10}\,O^{30}$
dégagent par la calcination. . .	$I^8\,O^{18}$
et il reste pour résidu.	$Ba^5\,I^2\,O^{12}$

On peut admettre quatre séries d'hyperiodates.

$RO + I^2O^7$	sels neutres.
$2\,RO + I^2O^7$	sels monobasiques.
$2\frac{1}{2}\,RO + I^2O^7$	sels sesquibasiques.
$5\,RO + I^2O^7$	sels quadribasiques.

Les rapports $1 : 2 : 2\frac{1}{2} : 5$, qui existent entre l'oxygène des quantités de base qui sont combinées avec 1 éq. d'acide sont assez simples, et se rencontrent fréquemment.

Si l'on dissout dans l'acide nitrique l'hyperiodate de baryte basique résultant de la calcination de l'iodate neutre, et si l'on y verse ensuite de l'ammoniaque, on obtient l'hyperiodate basique hydraté. Ce dernier composé est identique avec celui que l'on obtient en versant un sel de baryte et de l'ammoniaque dans une dissolution d'hyperiodate de soude basique, dans de l'acide nitrique faible, et qui a pour formule : $5BaO + 2I^2O^7 + 5aq$.

---

68. *Sur les* CYANURES *simples et doubles;* par M. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 42, p. 111.)

J'ai examiné un certain nombre de cyanures simples et doubles, et je suis arrivé à ce résultat que le rapport entre les quantités de cyanogène qui se trouvent dans les deux cyanures est toujours très-simple, notamment celui de 1 : 1, ou de 1 : 2 ou 1 : 3. Tous ces cyanures doubles ont été rangés dans le tableau suivant :

I. *Rapport dans le cyanogène de* 1 : 1.

1.	Ferrocyanide de potassium. . .	$3KCy^2 + Fe^2Cy^6$
2.	Cobaltocyanide de potassium. .	$3KCy^2 + Co^2Cy^6$
3.	Manganocyanide de potassium. .	$3KCy^2 + Mn^2Cy^6$
4.	Zincocyanure de potassium. . .	$KCy^2 + ZnCy^2$
5.	Cadmiumcyanure de potassium. .	$KCy^2 + CdCy^2$
6.	Nickelcyanure de potassium. . .	$KCy^2 + NiCy^2$
7.	Nickelcyanure de sodium. . . . . (cristallisé 5 aq.)	$NaCy^2 + NiCy^2$
8.	Mercurocyanide de potassium. .	$KCy^2 + HgCy^2$
9.	Argentocyanide de potassium. .	$KCy^2 + AgCy^2$
10.	Cuivrocyanure de potassium. .	$KCy^2 + Cu^2Cy^2$
11.	Platinocyanure de potassium. . (cristallisé avec 3 at. d'eau.)	$KCy^2 + PtCy^2$

II. *Rapport dans le cyanogène* = 2 : 1.

1. Ferrocyanure de potassium. . . $2KCy^2 + FeCy^2$
(cristallisé avec 3 at. d'eau.)
2. Ferrocyanure de sodium. . . . $2NaCy^2 + FeCy^2$
(cristallisé à 12 at. d'eau.)
3. Zincocyanure de sodium. . . . $NaCy^2 + 2ZnCy^2$
(cristallisé avec 5 at. d'eau.)
4. Iridiocyanure de potassium. . $2KCy^2 + IrCy^2$

III. *Rapport dans le cyanogène* = 3 : 1.

1. Cuivrocyanure de potassium. . $3KCy^2 + Cu^2Cy^2$
2. Aurocyanide de potassium. . . $KCy^2 + Au^2Cy^6$
(cristallisé avec 1 1/2 eq. d'eau.)

---

69. *Composition de quelques nouveaux* OXALATES DOUBLES; par M. Bussy. (Journ., de Pharm., t. 24, p. 609.)

L'oxalate double de potasse et de peroxide de fer cristallise en prismes obliques à base rhombe, d'un vert pâle. Il est très-soluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid, et insoluble dans l'alcool. La lumière solaire le fait devenir jaune, en le changeant en sel de protoxide avec dégagement de gaz acide carbonique. Il est composé de :

Peroxide de fer.	Fe^2O^3. . .	0,1594	— 1 at.
Potasse.	KO.	0,2882	— 3
Acide oxalique.	C^2O^3. . .	0,4426	— 6
Eau.	H^2O. . . .	0,1098	— 6

On l'obtient aisément en traitant du peroxide ou de l'hydrate de peroxide de fer par du bioxalate de potasse.

L'oxalate de soude et de peroxide de fer est analogue en tout au sel précédent.

L'oxalate d'ammoniaque et de peroxide de fer

est anhydre et cristallise en octaèdres à base rhombe presque rectangulaire. Il est très-soluble dans l'eau et presqu'autant à froid qu'à chaud. Il contient :

Peroxide de fer.	$Fe^2 O^3$. . . .	0,2092	— 1 at.
Ammoniaque.	$Az^2 H^8 O$. . .	0,2097	— 3
Acide oxalique.	$C^2 O^3$.	0,5810	— 6

L'oxalate de soude et d'alumine cristallise, quoiqu'assez difficilement, parce qu'il est très-soluble, en lames peu épaisses, qui paraissent dériver d'un prisme à base rhombe. Il est composé de :

Alumine	$Al^2 O^3$.	0,1234	— 1 at.
Soude.	NO.	0,2252	— 3
Acide oxalique.	$C^2 O^3$.	0,5218	— 6
Eau	$H^2 O$.	0,1296	— 6

L'oxalate de potasse et de chrôme s'obtient aisément en faisant chauffer ensemble dans de l'eau 2 at. de chrômate de potasse, 1 at. de carbonate de potasse et 8 at. d'acide oxalique cristallisé : il y a vive effervescence due à un dégagement d'acide carbonique. La liqueur prend une teinte verte foncée par réflexion et rouge par transparence, et elle laisse déposer par refroidissement des cristaux prismatiques obliques, d'un très-gros volume, qui sont composés de :

Oxide de chrôme.	$C^2 O^3$. . .	0,1628	— 11 at.
Potasse.	KO. . . .	0,2870	— 3
Acide oxalique.	$C^2 O^3$. . .	0,4409	— 6
Eau.	$H^2 O$. . . .	0,1093	— 6

Le bioxalate de potasse dissout l'oxide d'antimoine; par le refroidissement de la liqueur, il se dépose des cristaux en prismes obliques, assez volumineux, qui sont ordinairement mélangés d'un

autre sel moins soluble en petits cristaux groupés confusément.

Le sel prismatique a la même composition que les précédents; mais il est peu stable, et l'eau, employée en grande quantité, le décompose partiellement.

---

70. *Nouveau* CHLORURE DE CHROME; par M. H. Rose. (Institut, 1839, p. 90.)

Aux deux modifications de l'acide vert de chrome $\dddot{\bar{\mathrm{C}}\mathrm{r}}$ correspondent parfaitement deux modifications du chlorure de chrome $\bar{\mathrm{C}}\mathrm{r}, \bar{\mathrm{C}}\mathrm{l}^3$, présentant une composition analogue.

On obtient une de ces modifications lorsqu'on dissout dans de l'acide chlorhydrique de l'oxide de chrome qui n'a pas été chauffé au rouge, et qu'on évapore la dissolution. On trouve ainsi une masse vert-foncé, liquide, qui n'abandonne que très-difficilement et sans se décomposer l'eau qu'elle renferme. Par une température d'environ 200° c. on la voit se tuméfier fortement et devenir couleur fleur de pêcher; si on la chauffe plus fortement avec accès libre de l'air, elle se réduit en oxide de chrome par le dégagement du chlore. La masse fleur de pêcher attire avec avidité l'humidité de l'air, devient déliquescente et passe à l'état de liquide vert foncé. Si on chauffe ce chlorure chromique avec de l'acide sulfurique, il se transforme en sulfate d'oxide de chrome et tout son chlore se dégage complétement sous forme d'acide hydrochlorique.

Quand on chauffe ce chlorure de chrome soluble dans une atmosphère de chlore, il se transforme, sans néanmoins perdre sa couleur fleur de

pêcher, en une autre modification qui est entièrement insoluble dans l'eau. On obtient cette modification insoluble du chlorure chromique de la plus grande beauté, lorsqu'on le prépare en chauffant fortement un mélange d'oxide de chrome et de charbon dans un courant de chlore. Il se sublime aussitôt un corps qui consiste en écailles ou lamelles cristallines d'un grand éclat et d'une couleur magnifique.

Cette modification du chlorure de chrome, qui est insoluble dans l'eau, n'éprouve aucun changement par son exposition à l'air. L'acide sulfurique ne le décompose pas; on peut, en le recouvrant de cet acide étendu, le chauffer sans qu'il éprouve de changement; on peut évaporer l'acide étendu, le vaporiser, et distiller l'acide ainsi concentré sans décomposer le chlorure. En le chauffant à l'air, il se transforme comme l'autre modification en oxide de chrome avec dégagement de chlore.

---

71. *Sur le* TRI-IODURE DE CHROME; par M. Giraud. (Bibl. de Gen., t. 15, p. 198.)

On fait un mélange bien intime de 1 at. de chromate de potasse ($2^{gr.}$,170) et de 3 at. d'iodure de potassium ($10^{gr.}$,715). On place le mélange dans une cornue tubulée munie d'un récipient, puis l'on verse par dessus environ $4^{gr.}$,532 d'acide sulfurique concentré. Il y a aussitôt vive réaction, grand échauffement et production de vapeurs couleur de grenat. On distille en chauffant à la lampe et on condense les vapeurs dans le récipient.

La matière condensée est un liquide de con-

sistance huileuse plus pesant que l'eau, d'une couleur de grenat foncé, qui bout à 130° environ et qui répand des fumées très-épaisses dans l'air. L'eau le transforme en un mélange d'acide chromique et d'acide hydriodique. Il détruit les substances organiques et agit comme poison violent.

Je n'ai pas pu parvenir à l'obtenir exempt d'un mélange d'une petite quantité d'acide sulfurique et d'iode.

---

72. *Préparation de l'*ACIDE TUNGSTIQUE PUR. (Bib. de Gen., t. 17, p. 191.)

On fond du wolfram avec 2 p. de carbonate de potasse et 1 p. de nitre, on lave dans le moins d'eau possible et on filtre, puis on ajoute à la liqueur $\frac{1}{4}$ de son poids d'alcool à 0,95 : par ce moyen, on en précipite en totalité la petite quantité de fer et de manganèse qu'elle contient toujours.

On distille cette liqueur pour en extraire l'alcool, puis on la fait bouillir très-rapidement et à feu nu après l'avoir sursaturée d'acide muriatique. De cette façon l'acide tungstique devient jaune et se sépare à l'état de pureté, tandis que si l'on chauffait brusquement, le dépôt resterait blanc et retiendrait de la potasse.

---

73. NOUVEAU MÉTAL *découvert en Suède*; par M. Mosander. (Acad. des Sc., t. 8, p. 356.)

M. Mosander vient de trouver dans la cérite de Bastnaes, minéral dans lequel le cérium a été découvert, il y a trente-six ans, un nouveau métal auquel il a donné le nom de *lantane*.

L'oxide de cérium extrait de la cérite par le procédé ordinaire, contient à peu près les deux cinquièmes de son poids de l'oxide du nouveau métal. On l'extrait en calcinant le nitrate de cérium mêlé de nitrate de lantane, et en traitant le résidu par de l'acide nitrique étendu de 100 p. d'eau : l'oxide de lantane, qui est une base plus forte que l'oxide de cérium, se dissout seul dans l'acide ainsi affaibli.

L'oxide de lantane n'est pas réduit par le potassium, mais ce dernier sépare du chlorure lantanique une poudre métallique grise, qui s'oxide dans l'eau avec dégagement de gaz hydrogène, en se convertissant en un hydrate blanc.

Le sulfure de lantane peut être produit en chauffant fortement l'oxide dans de la vapeur de sulfure de carbone. Il est d'un jaune pâle, décompose l'eau avec dégagement d'hydrogène sulfuré, et se convertit en oxide.

L'oxide de lantane a une couleur rouge de brique. Il se convertit dans l'eau chaude en un hydrate blanc qui ramène au bleu le tournesol rougi. Il est rapidement dissous par les acides même très-étendus. Il forme aisément des sous-sels.

Les sels de lantane ont une saveur astringente sans aucun mélange de saveur sucrée. Leurs cristaux sont ordinairement rosés. Le sulfate de potasse ne les précipite qu'autant qu'ils sont mêlés de sels de cérium.

Mis en digestion avec une solution de sel ammoniacal, l'oxide s'y dissout en chassant peu à peu l'ammoniaque.

Le poids atomique du lantane est plus faible que celui qui a été assigné au cérium, c'est-à-dire au mélange des deux métaux.

---

74. *Sur un nouveau procédé pour doser le* CARBONE *contenu dans les* FONTES *et dans les* ACIERS; par M. V. Regnault, ingénieur des mines. (Ann. de Chim., t. 70, p. 107.)

La détermination du carbone contenu dans les fontes se fait très-facilement, et avec une grande exactitude, par le procédé suivant :

On prend 5 gr. de fonte, réduite en limaille quand la fonte est douce, ou pulvérisée dans un mortier quand elle est aigre, et on les mélange avec 60 ou 80 gr. de chrômate de plomb préalablement fondu. On enlève environ le tiers ou le quart de ce mélange, et on le met à part. On ajoute ensuite au reste 5 gr. de chlorate de potasse, qui renferment à peu près la quantité d'oxygène nécessaire pour changer le fer en peroxide; puis on introduit le mélange triple dans un tube de verre semblable à ceux que l'on emploie pour les analyses organiques, mais qui peut être beaucoup plus court. On ajoute ensuite par-dessus la portion du mélange de fonte et de chrômate de plomb, que l'on avait mise de côté. Enfin, on adapte au tube l'appareil ordinaire de Liebig pour l'analyse des substances organiques.

On chauffe la portion du tube qui renferme le mélange sans chlorate, et quand cette portion est au rouge, on commence à chauffer la partie qui renferme le chlorate, et l'on avance le feu successivement, à mesure que le dégagement des gaz se ralentit. De cette manière, la fonte brûle d'abord presque complétement par l'oxygène du chlorate, et une très-petite quantité seulement de ce gaz s'échappe du tube. Ensuite la tempéra-

ture devenant plus élevée, la combustion s'achève par le chrômate de plomb qui, en fondant, oxide les dernières portions de fonte.

Il est convenable d'envelopper le tube d'une feuille de cuivre, parce qu'à la fin il faut chauffer assez fort pour obtenir la fusion parfaite du chrômate.

L'oxidation de la fonte est complète. On peut s'en assurer en broyant, après la combustion, la matière renfermée dans le tube; on reconnaît qu'il ne reste pas une parcelle de matière attirable au barreau aimanté. L'analyse se fait du reste si facilement, qu'il faut moins d'une demi-heure pour l'exécuter en entier.

On peut juger de la concordance parfaite des résultats par les trois analyses suivantes, qui ont été faites sur une même fonte grise obtenue à l'air chaud :

I.	5 gr.	ont donné	0,582	d'acide carbonique.
II.	5	»	0,585	»
III.	5	»	0,588	»

D'où :

	I.	II.	III.
Carbone..........	3,22	3,23	3,25

Lorsque la fonte renferme du soufre, il ne se dégage pas une trace d'acide sulfureux; le soufre reste en entier dans le tube à l'état de sulfate de plomb. Je m'en suis assuré en faisant la combustion du sulfure de fer.

Avec le chrômate de plomb seul, on n'obtient pas tout le carbone; le chrômate, en perdant beaucoup d'oxygène, devient moins fusible, et l'oxidation pénètre difficilement jusqu'au centre des grains de fonte un peu gros.

---

75. *Action des* ACIDES ORGANIQUES FIXES *sur les solutions de* SESQUI-OXIDE DE FER *et de* FERRO-CYANURE DE POTASSIUM ; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., t. 43.)

On sait que le sesqui-oxide de fer n'est pas précipité de ses dissolutions par les alcalis en présence d'un acide organique fixe.

Quand on y ajoute un acide organique fixe, par exemple, de l'acide tartrique, citrique, malique, du sucre de cannes ou de raisin, et qu'on y met aussi une quantité d'ammoniaque suffisante pour le rendre aussi basique que possible, il ne se forme point de bleu de Prusse par l'addition du ferro-cyanure de potassium. La solution ne se trouble même point quand on y ajoute un fort excès d'ammoniaque : seulement, quand il y a trop peu d'acide organique, la liqueur se colore sans former de précipité. Mais la précipitation du bleu de Prusse a lieu aussitôt que l'on acidifie la liqueur par un acide quelconque, même par un acide organique volatil. On observe les mêmes phénomènes avec les sels basiques solubles que les acides organiques fixes peuvent former avec le sesqui-oxide de fer. Les solutions dans l'ammoniaque de phosphate et d'arseniate de fer basique se comportent de la même manière avec le ferro-cyanure de potassium : il ne s'en précipite du bleu de Prusse que lorsqu'on y ajoute en même temps un excès d'acide.

Les sels de sesqui-oxide de fer à acide organique volatil sont, au contraire, toujours précipités par le ferro-cyanure de potassium, même lorsque l'on rend leur solution basique par l'addition de l'ammoniaque.

76. *Moyen de préparer le* SULFATE DE FER *pour qu'il se conserve toujours au minimum d'oxidation*; par M. Berthemot. (Journ. de Pharm., t. 25, p. 206.)

Après avoir dissous et fait cristalliser dans de l'eau aiguisée d'acide sulfurique du sulfate de fer du commerce, exempt de cuivre et de zinc, on en prend 500 p., que l'on fait dissoudre dans 550 p. d'eau distillée : on ajoute ensuite à la dissolution 8 p. de tournures de fer pur, et après quelques instants on filtre bouillant, en ayant soin d'imbiber préalablement les filtres d'eau, afin de rendre plus prompt l'écoulement de la liqueur. La dissolution est introduite dans un vase où l'on a mis 375 p. d'alcool à 33° ou 36°, et 8 p. d'acide sulfurique, et à mesure qu'elle y arrive on agite vivement avec une baguette de verre. Le sulfate def er se précipite immédiatement sous la forme de poudre cristalline d'un blanc bleuâtre, et ainsi préparé il se conserve à l'air sans éprouver la moindre altération. Il renferme d'ailleurs la même proportion d'eau de cristallisation que celui qui se déposerait d'une dissolution aqueuse : ce ne serait qu'à la température de 80°, et en le faisant bouillir pendant quelque temps dans de l'alcool fort, qu'il en abandonnerait une partie.

---

77. *Decomposition du* SULFATE NEUTRE DE PEROXIDE DE FER *par l'ébullition de sa dissolution*; par M. Scherer. (Ann. de Pog., t. 44, p. 453.)

Quand on fait bouillir une dissolution de sulfate neutre de peroxide de fer, il se dépose un

sous-sel en quantité d'autant plus grande, que la liqueur est plus étendue. Ce sous-sel a pour formule : $2(2F^2O^3, SO^3 + 8F^2O^3) + 27aq$. Séché à 80°, il devient d'un jaune orangé foncé, et en le chauffant davantage, il perd son eau et devient d'un brun foncé. Le même sous-sel se dépose quand la liqueur renferme du sulfate de potasse, et il ne retient pas une trace d'alcali.

---

78. *Combinaison de la* SOUDE *avec le* PEROXIDE DE FER *et l'*ALUMINE; par M. Schaffgotsch. (Ann. de Pog., t. 43, p. 117.)

Si l'on ajoute par petites portions du peroxide de fer pulvérisé très-fin à du carbonate de soude fondu, il se produit une masse brune brillante, avec dégagement d'acide carbonique. Cette masse absorbe l'acide carbonique de l'air, et devient d'un rouge brun. Il se produit dans cette circonstance un composé constant, qui a pour formule:

$$NaO + Fe^2O^3.$$

L'alumine décompose le carbonate de soude encore plus promptement; il se forme une matière blanche, émaillée, à cassure conchoïde, se dissolvant dans l'eau froide sans résidu. La dissolution exposée à l'air absorbe de l'acide carbonique, et laisse ensuite déposer l'alumine. Cette combinaison présente la même composition que celle du peroxide de fer, et elle a pour formule :

$$NaO + Al^2O^3.$$

---

79. *Note sur une nouvelle combinaison de* CYANOGÈNE ET DE FER; par M. Pelouze. (Journ. de Ph., t. 24, p. 546.)

Lorsqu'on fait passer un excès de chlore dans une dissolution de cyanoferrure ou de cyanoferride de potassium, la liqueur se colore en rouge vineux, et acquiert une odeur vive, pénétrante, dans laquelle on distingue la présence du chlorure de cyanogène, de l'acide prussique et du chlore.

Abandonnée à elle-même au contact de l'air, ou mieux portée à l'ébullition, elle laisse déposer une poudre verte, légère, insipide, formée de cyanogène, de fer, d'oxide de fer et d'eau, dans des rapports qui sont très-variables, et qui semblent annoncer, dans cette poudre, un mélange de plusieurs matières différentes.

Exposée au contact de l'air, cette poudre verte bleuit peu à peu, et acquiert les propriétés du bleu de Prusse. A 180°, elle perd du cyanogène, de l'eau, un peu d'acide prussique, et dans l'espace de quelques instants elle devient d'un bleu pourpré très-riche et très-intense.

Pour la débarrasser de l'oxide de fer qu'elle renferme toujours, et du bleu de Prusse qu'on y trouve quelquefois, il faut la mêler avec 8 à 10 fois son poids d'acide hydrochlorique concentré, et porter la liqueur à l'ébullition. L'oxide de fer se dissout, le bleu de Prusse se détruit, et l'on juge que l'opération est terminée, lorsqu'une petite quantité de la liqueur filtrée cesse de précipiter et de se colorer en bleu par l'eau.

Le résidu vert, bien lavé, est desséché dans le vide jusqu'à ce qu'il n'y perde plus de son poids.

C'est alors une combinaison parfaitement pure, ayant pour formule :

$$FeCy^2 + Fe^2Cy^6 + 4H^2O.$$

Elle contient plus de cyanogène que le bleu de Prusse, et dès lors sa transformation en cette dernière substance, opérée par la chaleur ou par le contact prolongé de l'atmosphère, s'explique avec facilité.

La quantité d'eau que renferme cette matière est remarquable, car son hydrogène est en proportion exactement convenable pour faire, avec le cyanogène de l'acide prussique et avec le fer, un oxide correspondant au degré même de cyanuration de ce métal ; c'est ce qu'indiquent les formules suivantes :

$$FeCy^2 + Fe^2Cy^6 + 4H^2O = FeO + Fe^2O^3 + 4H^2Cy^2.$$

La nouvelle matière correspond à l'oxide de fer magnétique, et son existence fait pressentir celle d'un chlorure analogue, qui jusqu'ici n'a pas encore été trouvé.

Ce cyanure est beaucoup plus stable que le bleu de Prusse. Ce n'est que par une ébullition soutenue pendant des heures entières que l'acide hydrochlorique fumant le décompose.

La liqueur qui en résulte contient un mélange de chlorure et de chloride de fer.

Le chlore le détruit plus difficilement encore.

Une lessive de potasse caustique l'altère subitement et le convertit en peroxide de fer qui se précipite, et en un mélange de cyanoferrure et de cyanoferride de potassium, qui se dissolvent.

D'après la quantité de peroxide de fer précipité, il est vraisemblable que cette décomposition s'effectue de la manière suivante :

$$6FeCy^2 + 6Fe^2Cy^6 + 24H^2O + 15KO = \underbrace{5Fe^2O^3 + 24H^2O} + \underbrace{Fe^2Cy^6 + 3KCy^2}_{\text{1 at. sel rouge.}} + \underbrace{6FeCy^2 + 12KCy^2}_{\text{6 at. sel jaune.}}$$

L'ammoniaque le décompose de la même manière, mais il est nécessaire que son contact soit plus prolongé.

J'ai constaté que la matière verte dont je viens de parler prend naissance dans un assez grand nombre de circonstances. C'est elle qui salit les premières cristallisations du cyanoferride de potassium obtenu par la méthode de M. L. Gmelin.

Il s'en produit beaucoup lorsque des liqueurs acides sont en contact, surtout à chaud, avec le sel précédent ou avec du cyanoferrure de potassium.

---

80. *Séparation du* COBALT *et du* MANGANÈSE; par M. Wöhler. (Ann. der Pharm., t. 29, p. 217.)

L'ammoniaque versée dans le mélange d'une dissolution de nitrate d'argent et d'une dissolution d'un sel de protoxide de manganèse, en précipite complétement ce dernier métal à l'état de peroxide mêlé d'argent métallique; mais cet alcali n'occasionne aucun précipité dans une dissolution d'oxide de cobalt mélangée de sel d'argent : peut-être pourrait-on utiliser cette propriété pour séparer ces deux métaux l'un de l'autre.

---

81. *Action de l'*HYDROGÈNE ARSENIQUÉ *sur le* SULFATE CUIVRIQUE; par M. Kane. (Répert. de Chim., tom. 1er, pag. 166.)

Lorsqu'on fait passer de l'hydrogène arseniqué

sec sur du sulfate cuivrique sec, l'absorption du gaz est accompagnée d'un dégagement considérable de chaleur; il passe beaucoup d'eau, et il se forme une masse noire composée d'acide sulfurique, d'arsenic et de cuivre. Tout l'oxygène de l'oxide de cuivre est enlevé par l'hydrogène de l'arséniure. Voici la réaction :

$$3(SO^3, Cu O) + As^2 H^6 = 3H^2 O + (3SO^3 + As^2 Cu^3).$$

La formation de ce dernier corps semble prouver qu'une quantité d'arsenic égale à deux tiers d'atome peut constituer avec les métaux des corps analogues aux oxides; le nouveau produit se représenterait donc par :

$$S O^3, \ Cu As \tfrac{2}{3}.$$

Lorsqu'on met ce corps en contact avec de l'eau, on obtient une solution d'acide sulfurique et un précipité d'arséniure de cuivre, précipité qui se forme également lorsqu'on fait passer de l'hydrogène arseniqué dans une solution de sulfate de cuivre.

De même, lorsqu'on fait passer de l'hydrogène arseniqué sur du chloride cuivrique, il se dégage de l'acide chlorhydrique, et le même arséniure de cuivre est formé :

$$3 Cu Cl^2 + As^2 H^6 = 3 (H^2 Cl^2 + Cu As \tfrac{2}{3}).$$

---

82. *De l'action décomposante de l'*OXIDE DE CUIVRE *sur le* CARBONATE DE POTASSE *à une température élevée*; par M. Fellenberg. (Bibl. de Gen., t. 17, p. 136.)

On admet généralement, d'après les observations publiées par M. Berzélius en 1820, que

l'oxide de cuivre décompose en partie le carbonate de potasse, et que, dans les analyses organiques, le quart de l'acide carbonique que renferme ce sel est expulsé par l'action de l'oxide.

M. Brunner ayant conçu quelques doutes à ce sujet, j'ai recherché par l'expérience directe ce qui se passe entre les deux substances, et j'ai trouvé qu'elles n'exercent absolument aucune action l'une sur l'autre.

Premièrement, lorsque l'on chauffe au rouge blanc, dans un creuset de platine, un mélange d'oxide de cuivre et de carbonate de potasse, et que l'on pèse le creuset, après l'avoir laissé refroidir sous une cloche près d'un vase contenant de l'acide sulfurique, on trouve qu'il n'a rien perdu de son poids. En délayant la matière dans l'eau, et précipitant l'acide carbonique par un mélange de chlorure de calcium et d'eau, le poids du précipité est précisément égal à celui qu'on doit obtenir avec le carbonate de potasse neutre.

Secondement, quand on brûle un sel organique à base de potasse par l'oxide de cuivre, le résidu contient exactement la même quantité d'acide carbonique que le résidu de la combustion du même sel par l'air.

Enfin, si l'on chauffe, dans un tube de verre fermé par un bout, un mélange d'oxide de cuivre et de carbonate de potasse, et que l'on fasse communiquer l'autre bout avec un vase contenant de l'eau de chaux, on observe que celle-ci reste parfaitement limpide.

---

83. *Sur l'*ANTIMOINE DIAPHORÉTIQUE; par M. Oscar Figuier. (Journ. de Ph., t. 25, p. 92.)

L'antimoine diaphorétique préparé au moyen

du régule d'antimoine et du nitre, renferme ordinairement de l'oxide d'antimoine que l'on peut lui enlever au moyen de l'acide acétique, et en outre une proportion plus ou moins grande d'acide antimonieux. Pour l'avoir bien pur, il faut employer 3 p. de nitre pour 1 p. d'antimoine, maintenir le nitre au rouge pendant une heure et demie, et faire bouillir la matière refroidie trois fois de suite avec 4 p. d'eau. Le résidu est de l'antimoniate de potasse impur; mais en saturant la liqueur aqueuse au moyen d'un courant de gaz acide carbonique, il s'en précipite de l'antimoniate pur d'un blanc parfait, et dont le poids s'élève à plus des trois quarts du mélange employé.

Ce bi-antimoniate a exactement la composition que M. Guibourt lui a trouvée, c'est-à-dire qu'il contient :

Acide antimonique. . . .	0,7696 —	2 at.
Potasse.	0,1075 —	1
Eau.	0,1229 —	6

Lorsque l'on sature la dissolution aqueuse par de l'acide acétique, au lieu d'employer l'acide carbonique, le précipité qui se forme est de l'acide antimonique ne retenant que quelques traces d'antimoniate de potasse.

---

84. *Présence de l'*ARSENIC *dans l'*ÉTAIN ; par M. Wöhler. (Ann. der Pharm., t. 29, p. 216.)

La majeure partie des étains du commerce contiennent de l'arsenic. Je n'ai trouvé que l'étain de Banca et un étain anglais en larmes qui en soient exempts : on en découvre des traces jusque dans l'étain des glaces. La méthode de Marsh se prête parfaitement à cette recherche.

L'étain, à la dose de ½ à 1 drachme, est dissous dans l'acide hydrochlorique concentré et à l'aide de la chaleur, dans un petit appareil à gaz. Le gaz hydrogène qui se dégage, et qui ne peut pas être immédiatement enflammé, à cause des vapeurs d'eau et d'acide hydrochlorique dont il est mélangé, est recueilli dans un tube rempli d'eau placé dans un cylindre d'égale hauteur. Le tube est muni par le haut d'un petit robinet, et celui-ci porte un petit tube de verre ouvert. On peut même se passer du robinet en étirant le tube en pointe fine, dont on tient l'ouverture fermée avec le doigt pendant le dégagement du gaz.

On met le feu au courant de gaz, et en tenant au milieu de la petite flamme un morceau de porcelaine froid, l'arsenic, s'il y en a, s'y dépose, comme on sait, sous forme d'enduit métallique noir et miroitant.

---

85. *Préparation du* PROTOXIDE D'ÉTAIN; par M. Sandall. (Phil. Mag., février 1838.)

On prépare une solution de protochlorure d'étain en dissolvant ce métal dans l'acide hydrochlorique, puis on évapore la dissolution à sec en y laissant plongé un morceau d'étain; on pile le chlorure et on le broie dans un mortier avec un équivalent ou un peu plus de carbonate de soude cristallisé : le mélange se liquéfie aussitôt. On le met alors dans une capsule, et on le chauffe en remuant souvent jusqu'à ce qu'il devienne complétement noir; puis on le retire, on le lave bien avec de l'eau bouillante, on filtre et on sèche à une douce chaleur sur le bain de sable.

L'oxide ainsi préparé est d'une belle couleur

bleu noirâtre : il est très-soluble dans l'acide hydrochlorique ; et lorsqu'on le chauffe au rouge à l'air, il prend feu et se change en peroxide.

---

86. *Action du* CHLORURE D'ÉTAIN *sur l'acide sulfureux* ; par M. Héring. (Ann. der Pharm., t. 29, p. 90.)

On sait que le chlorure d'étain décompose l'acide sulfureux en présence de l'acide muriatique. J'ai recherché ce qui a lieu dans cette décomposition, et j'ai reconnu qu'il se forme du sulfide d'étain, et que 2 at. d'acide sulfureux, en réagissant sur 5 at. de chlorure d'étain et 4 at. d'acide hydrochlorique, produisent 1 at. de sulfide d'étain, 4 at. de chloride et 4 at. d'eau.

---

87. *Combinaisons de l'*IODURE DE ZINC *avec les iodures alcalins* ; par M. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 43, p. 665.)

D'après M. Gay-Lussac, l'iode et le zinc se combinent très-bien directement entre eux, même en présence de l'eau : quand le métal est en excès la dissolution devient complétement incolore. La dissolution, étant évaporée au-dessus de l'acide sulfurique concentré, donne des cristaux déliquescents, qui appartiennent au système cristallin régulier, et qui sont ordinairement des cubo-octaèdres. La dissolution concentrée étant étendue d'eau, il se dépose un précipité gélatineux d'hydrate de zinc, qui, lorsqu'il a été bien lavé, ne renferme pas une trace d'iode. Dans cette préparation de l'iodure de zinc, il se dépose toujours

un peu d'oxide, et par suite il faut qu'une petite quantité d'acide hydriodique devienne libre. Le sel cristallisé ZnI^2 est anhydre.

L'iodure de zinc se combine avec les iodures des alcalis et des terres alcalines, et se comporte ainsi comme les iodures de plomb, d'argent, de mercure et d'étain. On obtient ces combinaisons très-simplement en mélangeant les deux dissolutions des iodures simples, et évaporant sur l'acide sulfurique concentré. Les cristaux sont déliquescents à l'air. Ils précipitent les dissolutions des sels de mercure, de plomb et d'argent, exactement de même que les dissolutions des iodures alcalins simples. J'ai trouvé pour ces iodures doubles la composition suivante :

Iodure double de zinc et de potassium. KI^2+2ZnI^2
Iodure double de zinc et de sodium. . $NaI^2+ZnI^2+34O^2$
Iodure double d'ammonium. . . . . . $N^2H^8I^2+ZnI^2$
Iodure double de zinc et de barium. . BaI^2+2ZnI^2

---

88. *Sur la composition du* PRÉCIPITÉ BLANC, *et de quelques autres combinaisons de mercure analogues*; par M. Ullgren. (Ann. der Pharm., t. 27, p. 203.)

Kane a avancé que le précipité blanc contient du protochlorure et de l'amidure de mercure. J'ai vérifié ce fait et prouvé l'absence de l'oxygène, en m'assurant que lorsque l'on traite cette substance bien desséchée et chauffée à une température très-graduée jusqu'à fusion, par du gaz chlorhydrique également desséché, il ne se produit pas du tout d'eau, mais qu'il ne se forme qu'un mélange liquide de protochlorure de mercure et de sel ammoniac.

L'augmentation de poids que l'on trouve dans l'opération est plus grande que celle qui aurait lieu dans la supposition où l'on admettrait une combinaison d'ammoniaque et d'oxide de mercure, et s'accorde mieux avec l'hypothèse de l'amide. Ce résultat vient encore à l'appui de l'opinion de M. Kane.

Le précipité blanc, traité par l'eau, se change, surtout à chaud, en un corps jaune qui est basique, mais qui contient aussi de l'amidure de mercure : aussi donne-t-il lieu à un dégagement de gaz nitreux quand on le traite par l'acide nitrique.

Lorsque l'on chauffe du calomel avec de l'ammoniaque caustique, il se produit un corps noir grisâtre qui est $Hg^2 Cl^2 + Hg^2 N^2 H^4$.

L'oxichloride de mercure basique $Hg Cl^2 + 3Hg O$, qui s'obtient par l'ébullition de l'oxide de mercure avec un excès de chloride de mercure, chauffé dans un courant de gaz ammoniac à environ 150°, donne de l'eau et un composé jaune analogue à celui que l'on obtient par la décomposition du précipité blanc au moyen de l'eau ou d'un alcali. Il donne du gaz nitreux et il ne laisse pas dégager d'ammoniaque par l'action de la potasse.

On obtient un sulfate de mercure ammoniacal basique en masse blanche, semblable à de l'oxide de zinc nouvellement précipité : 1° en traitant le sulfate de bi-oxide neutre par l'ammoniaque caustique ; 2° en traitant le turbith minéral par le sulfate d'ammoniaque jusqu'à ce que le dépôt soit devenu blanc. Dans ce dernier cas, la combinaison basique a lieu en vertu de cette propriété qu'a le sulfate de bi-oxide de mercure de former un sel soluble avec le sulfate d'ammoniaque. Le

composé blanc a pour formule $Hg\,OSO^3 + 2HgO + Hg\,N^2H^4$, et lorsqu'on décompose 2 at. de turbith minéral par le sulfate d'ammoniaque, on a $2(3HgO, SO^3) + 3(N^2H^8O, SO^3) = (HgO, + SO^3 + 2HgO + HgN^2H^4) + 2(HgO\,SO^3 + N^2H^8O, SO^3)$.

Le sel blanc, traité par l'acide nitrique, laisse dégager du gaz nitreux, et la solution contient de l'ammoniaque. Le résultat de l'action de cet acide me paraît décisif et me semble prouver avec évidence l'existence du mercure métallique et de l'amide dans la matière blanche.

Il reste encore à décider si les combinaisons indiquées ci-dessus sont des sels doubles, ou des sels basiques dans lesquels l'amidure de mercure remplace l'oxide de mercure en totalité ou en partie. La seconde supposition me paraît plus vraisemblable que la première.

Nota. M. Berzélius considère maintenant les combinaisons de l'amide comme correspondantes aux chlorures et chlorides, et il les nomme *amidures* et *amidides*.

---

89. *Préparation du* FULMINATE DE MERCURE; par M. Delion. (Rép. de Ch., t. 5, p. 250.)

On fait dissoudre à feu nu 15 onces de mercure dans 10 liv. $\frac{1}{2}$ d'acide nitrique à 36 pour 100, en se servant d'un ballon qui ne soit rempli que dans les deux tiers de sa capacité. Dès que le gaz nitreux cesse de se dégager, et que la liqueur a pris une couleur orange, on retire le vase du feu, et après 10 à 15 minutes de refroidissement, on le verse dans un matras contenant déjà 5 litres $\frac{1}{4}$ d'alcool à 36 pour 100. On adapte aussitôt ce

matras à un appareil destiné à condenser les vapeurs qui se dégagent, et au bout de huit heures environ l'opération est terminée. Il est bon, autant que possible, de ne pas opérer à une température de plus de 10°, et même, si l'on peut, de la faire au-dessous de zéro.

Pour tirer parti des vapeurs condensées, on fait dissoudre 15 onces de mercure dans 8 litres $\frac{1}{2}$ d'acide nitrique; on verse la liqueur dans un matras qui contient 2 litres $\frac{1}{2}$ d'alcool et 4 à 5 litres de la liqueur condensée fournie par l'opération précédente.

Par l'un ou l'autre de ces procédés on obtient, terme moyen, 17 onces de fulminate lavé et séché.

---

90. *Décomposition de l'*ACÉTATE DE PLOMB *à une température élevée; formation d'acétate de plomb sesqui-basique;* par M. Wöhler. (Ann. der Pharm., t. 29, p. 63.)

L'acétate de plomb neutre anhydre se fond à 280° en un liquide transparent qui, à une température un peu plus élevée, bout d'une manière uniforme en laissant dégager de l'acide carbonique et de l'esprit acétique. Puis il arrive une époque où le sel se prend tout à coup en une masse blanche poreuse : c'est alors de l'acétate sesqui-basique $3PlO + 2\bar{A}$ (extrait de saturne) mêlé d'une petite quantité de carbonate de plomb.

Dans cette décomposition, un tiers de l'acide acétique du sel neutre se dégage en se transformant en acide carbonique et en esprit acétique, $C^4H^6O^3 = CO^2 + C^3A^6O$.

---

91. *De l'action de la lumière sur le* NITRATE D'ARGENT; par M. Scanlan. (Bibl. de Gen., t. 17, p. 181.)

Le nitrate d'argent bien pur et renfermé dans un tube de verre n'est aucunement altéré par la lumière; mais pour peu qu'il ait le contact d'une matière organique, il noircit très-promptement.

---

92. *Notes sur plusieurs réactions nouvelles déterminées par l'*ÉPONGE DE PLATINE, *et considérations sur les services que cette substance est appelée à rendre à la science;* par M. Kuhlmann. (Acad. des sc., t. 7, p. 1107.)

J'ai fait avec l'éponge de platine un grand nombre d'expériences dont voici les principaux résultats :

1° L'ammoniaque mêlée d'air, en passant à une température de 300° environ sur de l'éponge de platine, est décomposée, et l'azote qu'elle renferme est complétement transformé en acide nitrique aux dépens de l'oxygène de l'air.

2° Le cyanogène et l'air, dans des circonstances pareilles, donnent naissance au même acide et à de l'acide carbonique.

3° L'ammoniaque, engagée dans une combinaison saline quelconque, se comporte comme si elle était libre.

4° Dans aucun cas l'azote pur n'a pu être combiné à l'oxygène libre; mais tous les composés d'azote, sous l'influence de l'éponge de platine, passent à l'état d'acide nitrique.

5° Le protoxide et le deutoxide d'azote, l'acide

hypouitrique et. l'acide nitrique, mêlés d'une quantité suffisante d'hydrogène, se transforment en ammoniaque par leur contact avec l'éponge de platine, et le plus souvent sans le secours de la chaleur ; l'action devient tellement énergique qu'elle donne lieu fréquemment à une explosion violente.

Tout l'azote de ces acides passe à l'état d'ammoniaque en s'unissant à l'hydrogène. Un excès d'acide nitrique donne du nitrate d'ammoniaque.

6° Le cyanogène et l'hydrogène donnent de l'ammoniaque à l'état d'hydrocyanate.

7° Le deutoxide d'azote en excès et le gaz oléfiant, en passant à chaud sur l'éponge de platine, produisent, outre l'eau et l'azote, de l'ammoniaque unie aux acides hydrocyanique et carbonique.

8° Avec le deutoxide d'azote et un excès de vapeur alcoolique, on obtient, dans les mêmes circonstances, de l'ammoniaque unie aux acides hydrocyanique et carbonique, et accompagnée d'eau, de gaz oléfiant et d'un dépôt de charbon.

9° L'azote libre n'a pas pu être combiné avec l'hydrogène libre; mais tous les composés d'azote ont pu être transformés en ammoniaque par l'hydrogène libre ou carboné.

10° Dans ces dernières réactions, la présence du carbone en combinaison avec l'azote ou avec l'hydrogène, donne naissance à de l'acide hydrocyanique.

11° Tous les métalloïdes gazeux ou vaporisables s'unissent sans exception à l'hydrogène sous l'influence de l'éponge de platine.

12° Les vapeurs d'acide acétique mêlées d'hydrogène sont transformées totalement en éther

acétique (acétate d'éther) et en eau par l'action de l'éponge à une température peu élevée.

Un fait très-digne de remarque, c'est qu'en substituant le noir de platine à l'éponge, l'énergie d'action a été infiniment moins vive dans la plupart des cas, contrairement à ce qu'on devait penser. Cette action est même nulle pour produire l'ammoniaque, et jamais le noir de platine n'entre en incandescence comme cela arrive avec l'éponge. Pour la transformation de l'acide acétique en éther, l'action du noir de platine est au contraire plus vive, et se produit à la température ordinaire.

Ces faits suffisent pour montrer jusqu'à l'évidence l'avenir important réservé au platine divisé. Il pourra servir à fabriquer à volonté de l'acide nitrique ou de l'ammoniaque avec des matières azotées, et même de l'alcool avec du vinaigre, puisque l'éther acétique est, comme on sait, décomposable par les alcalis et l'eau en alcool, etc.

---

93. *Sur une nouvelle classe de* SELS DE PLATINE; par M. Gros de Wesserling. (Ann. der Ph., t. 27, p. 241.)

Le chlorure de platine ammoniacal découvert par M. Magnus peut être préparé de deux manières : 1° on chauffe le chloride de platine assez fortement pour qu'il perde la moitié de son chlore, on redissout le résidu, brun verdâtre, dans de l'acide muriatique bouillant, et on ajoute un excès d'ammoniaque à la liqueur; 2° on verse dans une dissolution de chloride de platine légèrement chauffée, de l'acide sulfureux en quantité simplement suffisante pour que le sel ammoniac n'y forme plus de précipité jaune, et on y verse en-

suite de l'ammoniaque : un excès d'acide sulfureux décolorerait complétement la dissolution, et en changerait la nature.

Le chlorure de M. Magnus, bien purifié par l'eau dans laquelle il est insoluble, est en aiguilles cristallines d'un vert foncé, et il est composé de :

Platine.	0,6524—1 at.
Chlore.	0,2341—2
Azote.	0,0936—2
Hydrogène.	0,0198—6

Il est complétement insoluble dans les acides sulfurique et hydrochlorique, et la potasse n'en dégage pas d'ammoniaque; mais l'acide nitrique le décompose promptement à l'aide de la chaleur, et le change en platine métallique et en une substance blanche grossièrement cristalline qui se dissout très-facilement dans l'eau. Par plusieurs cristallisations, on obtient cette substance parfaitement pure en prismes incolores ou légèrement colorés en jaune brillant et un peu aplatis.

Cette substance blanche donne du gaz nitreux avec l'acide sulfurique et le cuivre, et de l'ammoniaque avec la potasse; mais elle ne précipite que lentement par l'addition du nitrate d'argent, quoiqu'elle renferme beaucoup de chlore.

Ce nitrate a la plus grande analogie avec les sels de platine de M. Zeise; mais au lieu d'être composé d'oxide de platine, de chlore, de carbone et d'hydrogène, il renferme un composé basique dans lequel le carbone est remplacé par de l'azote.

Le nitrate, traité par un excès d'acide sulfurique, chlorhydrique, oxalique, etc., donne des composés analogues dans lesquels l'acide nitrique est remplacé par ces acides.

D'après les analyses que j'ai faites, les principaux de ces sels peuvent être considérés comme étant ainsi composés :

Chlorure. . .	$PtCl_2N_4H_{12}Cl_2$
Nitrate. . . .	$PtCl_2N_4H_{12}O+N_2O_5$
Sulfate.	$PtCl_2N_4H_{12}O+SO_3$
Oxalate. . . .	$PtCl_2N_4H_{12}O+C_2O_3$

Ces sels possèdent une ressemblance frappante avec les sels ammoniacaux. La combinaison $Pt\,Cl_2\,N_4\,H_{10}$ y représente l'ammoniaque, et $Pt\,Cl_2\,N_4\,H_{12}\,O$ l'oxide d'ammonium.

On pourrait encore les considérer comme des sels doubles formés par des sels ammoniacaux, et par une combinaison particulière de platine qui aurait pour formule $Pt\,Cl_2\,N_2\,H_4$, et pourrait être regardée comme un amidure de chlorure de platine. Mais les réactions chimiques des sels paraissent entièrement contraires à cette hypothèse.

Si l'on chauffe longtemps une dissolution de nitrate de sel de platine avec un excès d'alcali caustique, il s'en précipite une poudre d'un blanc grisâtre insoluble dans l'eau et dans l'ammoniaque, et qui se décompose avec explosion à 250°. Elle ne contient que du platine, de l'azote, de l'hydrogène et de l'oxygène. Elle se dissout dans les acides, et paraît former à son tour une nouvelle série de combinaisons cristallisables.

---

94. *Analyse de l'*OSMIURE D'IRIDIUM; par M. Döbereiner. (Ann. de Pog., t. 35, p. 527.)

Lorsqu'après avoir fondu de l'osmiure d'iridium avec du persulfure de sodium, on lave la masse dans l'eau, on a une liqueur d'un vert foncé, dont les acides précipitent des sulfures d'un gris foncé. Le résidu du lavage est ensuite

complétement oxidé en le chauffant avec 1 p. de carbonate de potasse et 2 p. de nitre.

L'osmium est facilement précipité, même de ses dissolutions alcalines, par l'acide formique. Il se présente alors sous forme d'une poudre d'un bleu foncé, tellement combustible qu'elle détone avec le chlorate de potasse.

---

95. *Addition à la notice sur la dissolution de l'*IRIDIUM; par M. Fellenberg. (Bibliot. univ. de Genève, t. 15, pag. 193.)

L'examen des dissolutions d'iridium obtenues par le procédé que j'ai décrit dans le numéro de juin 1837 de la *Bibl. univ.*, m'a fait voir qu'elles contenaient toutes des sels alcalins. En répétant ces expériences sur du sulfure d'iridium préparé en précipitant des dissolutions d'iridium par de l'hydrogène sulfuré, et en traitant ces sulfures par le chlore, ceux-ci se décomposèrent bien en chlorures, mais ces chlorures étaient insolubles dans l'eau et dans les acides simples. En variant ces expériences, et en les répétant après avoir ajouté aux sulfures un peu de sel marin, je découvris que mon procédé de dissolution de l'iridium, au moyen du chlore et de l'emploi du sulfure, ne réussit qu'autant que celui-ci contient un alcali, et qu'il se confond par conséquent en entier avec celui de Wöhler, qui consiste à faire passer un courant de chlore sec sur un mélange d'iridium et de sel marin. Le chlorure formé en traitant du sulfure d'iridium par du chlore, est un simple chlorure insoluble, et aucune chaleur, ni aucun excès de chlore n'est capable de le transformer en sesqui-chlorure ou en chloride.

NOTICE

Sur une disposition nouvelle de tiges de sonde, employée en Prusse dans les forages très-profonds;

Par M. F. LE PLAY, Ingénieur des mines.

L'objet de cette notice est de faire connaître en France une disposition nouvelle et fort ingénieuse, que M. d'Oeynhausen, conseiller supérieur des mines de l'arrondissement de Bonn, vient d'employer avec un succès complet dans le sondage que le gouvernement prussien fait faire à la saline de Neusalzwerk, près de Minden, pour la recherche de sources salées.

Deux méthodes principales sont aujourd'hui employées pour le sondage : dans l'une on suspend, au moyen d'une corde, l'outil à l'aide duquel on perfore le sol; dans l'autre, cet outil est attaché à l'extrémité d'une tige rigide métallique, ordinairement composée d'éléments assemblés à vis ou par enfourchement. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients, et c'est surtout la nature du terrain à traverser qui doit déterminer le choix à faire entre elles. L'expérience semble indiquer que les localités dans lesquelles on peut employer avec succès le sondage à la corde sont beaucoup plus restreintes qu'on ne l'avait d'abord pensé; aussi, lorsqu'il s'agit de forer dans

un terrain qui n'est pas parfaitement connu, ou lorsqu'on doit s'attendre à rencontrer des roches de dureté et de consistance très-différentes, on trouve généralement plus de sécurité dans l'emploi des tiges rigides, parce que celles-ci offrent plus de ressources que la corde pour obvier aux difficultés imprévues qui ne se présentent que trop souvent dans ces genres de travaux.

Malgré ces motifs de préférence sur lesquels il serait hors de notre sujet d'insister ici, l'emploi des tiges a de grands inconvénients. Il en est un surtout qui se fait sentir dans les sondages très-profonds, et auquel jusqu'à présent on n'avait pu se soustraire.

Jusqu'à une certaine limite, l'accroissement de longueur des tiges est utile au progrès du sondage, parce qu'en augmentant la masse liée à l'outil, elle favorise l'action que ce dernier produit sur la roche en tombant d'une certaine hauteur. Mais cet avantage, que l'on pourrait, du reste, obtenir par divers moyens avec une sonde de faible longueur, ne tarde pas à être balancé par un inconvénient, dès que le forage dépasse une certaine profondeur. Les tiges, acquérant une masse et une longueur trop considérables, se courbent par leur propre poids et par l'effet d'un choc devenu trop violent; il en résulte des oscillations latérales qui font frapper les tiges contre les parois du trou, et qui produisent des élargissements considérables. A mesure que le trou s'élargit en certains points, les courbures et les oscillations des tiges y acquièrent une plus grande amplitude; cette circonstance amène des chutes de fragments, et des ruptures de tiges si compliquées, qu'on est

souvent dans la nécessité d'abandonner les travaux. Les chocs violents dus à une trop grande longueur de tiges ont encore cet inconvénient, qu'ils détruisent rapidement les assemblages, et altèrent d'une manière si profonde la structure du fer qui compose les tiges, que ce métal perd presque entièrement sa cohésion, et doit, par conséquent, céder très-aisément aux causes de rupture signalées ci-dessus.

Ces difficultés se sont présentées avec les circonstances les plus fâcheuses dans le sondage de Neusalzwerk. Le terrain keupérien que traverse ce sondage se compose de couches successives, dont les unes sont très-tendres, et dont les autres offrent une dureté extrême. Lorsque le ciseau frappait à 200 mètres de profondeur sur les couches dures, les courbures et les oscillations latérales des tiges corrodaient tellement les couches tendres déjà traversées, que le diamètre du trou, foré primitivement à $0^m,10$, s'y trouvait augmenté jusqu'à $0^m,30$ et au delà. Les ruptures de tiges étaient tellement fréquentes, et il se rencontrait de telles difficultés pour y remédier, qu'on fut plusieurs fois sur le point d'abandonner le forage.

Dans le système du forage à la corde, on ne rencontre aucun des inconvénients qui viennent d'être signalés, vu que, par la nature même de l'appareil de suspension, ce dernier ne peut recevoir la réaction du choc de l'outil, ni endommager les parois du trou. Si l'on parvenait à supprimer cette réaction dans le système des tiges, et si, après le choc de l'outil, la plus grande partie des tiges cessait tout à coup d'être en connexion avec lui, et restait suspendue dans le trou, dans une

position verticale, il est évident que la difficulté dont il s'agit serait complétement supprimée.

Tel est le problème qu'a résolu M. d'Oeynhausen par l'appareil à la fois simple et ingénieux que représentent avec détail les sept figures de la planche *XII*.

Cet appareil consiste essentiellement en une pièce *ab*, qui divise la ligne totale des tiges en deux portions distinctes : l'une supérieure A, qui s'allonge à mesure que le trou s'approfondit; l'autre inférieure B, ayant seulement la longueur nécessaire pour que l'outil produise un choc suffisant sur le fond du trou. L'appareil se rattache à la manière ordinaire (à vis, dans le cas du sondage de Neusalzwerk), d'un côté, par la vis *a*, à l'extrémité inférieure de la portion de tiges A qui doit rester suspendue après que l'outil a frappé le fond du trou; de l'autre, par l'écrou *b*, à la portion B qui est liée invariablement à cet outil.

La pièce en question est percée d'un trou carré *c* (*fig.* 7), dans lequel peut jouer librement, dans le sens vertical seulement, la tige carrée *de*. Toutefois l'étendue de ce mouvement, qui doit être moindre que la hauteur de chute de chaque coup de sonde, se trouve limitée par l'étendue de la cavité *fg*, dans laquelle la pièce *d* doit constamment rester comprise. Il convient d'ailleurs d'ajouter que l'appareil employé à la surface pour la manœuvre de la sonde est disposé de telle sorte que la pièce *d* ne peut jamais venir frapper en *f*. Il est aisé de comprendre que lorsqu'on soulève les tiges pour faire battre la sonde, la portion B est suspendue en *g* par la pièce *d*. Lorsqu'au contraire la

sonde retombe, cette pièce se soulève dès que l'outil a frappé le fond du trou; la portion A continue à descendre d'une quantité moindre que la distance *df*; elle se trouve alors suspendue, et soustraite complétement à l'influence de la réaction produite par le choc de l'outil.

La portion inférieure de tige B se trouve soumise, à la vérité, à l'ébranlement produit par le choc de l'outil; mais elle n'a jamais une longueur assez grande, même dans le sondage le plus profond et dans les terrains les plus durs, pour se rompre, et même pour se courber d'une manière nuisible au forage.

Le mouvement de rotation donné à la tête des tiges se transmet à l'outil, malgré l'indépendance partielle des deux portions de tiges, parce qu'en raison de sa forme carrée, la pièce *de* doit suivre tout mouvement de rotation imprimé par la tige A à la pièce *ag*.

On pourrait objecter que les avantages qu'on vient de décrire sont balancés en partie par un inconvénient, celui de rendre inutile, dans l'action exercée par le choc de l'outil, toute la quantité de mouvement que recèle la partie supérieure de la tige à l'instant où la chute de la sonde se termine. Cette perte est réelle; mais, loin d'être un inconvénient, elle n'offre que des avantages. L'expérience indique, en effet, que la quantité de mouvement nécessaire à l'action la plus utile de l'outil a une limite, qui est considérablement dépassée dès que le sondage acquiert une certaine profondeur. Quand cette limite est dépassée, l'excès de la quantité de mouvement, loin de servir

au progrès du forage, a pour effet de détruire le nerf des tiges, de faire jouer les vis dans leurs écrous, de courber les tiges, de les faire battre contre les parois, de les rompre, etc., etc.; en un mot, de produire les fâcheux résultats que j'ai signalés précédemment.

La circonstance mentionnée ci-dessus n'est donc point une objection contre l'appareil de M. d'Oeynhausen, car c'est précisément dans la neutralisation d'une force nuisible que consiste essentiellement l'avantage de cet appareil. On conçoit d'ailleurs qu'il permet d'accroître à volonté la puissance du choc de l'outil par l'allongement de la tige inférieure B; enfin, et c'est l'un des plus grands avantages du nouvel appareil, la suppression des causes de destruction qui agissaient sur la partie A, permet encore d'en réduire l'épaisseur et par conséquent le poids dans une très-forte proportion.

Au reste, le meilleur éloge que l'on puisse faire de l'invention de M. d'Oeynhausen est d'annoncer les résultats suivants :

Le forage, qu'on ne pouvait continuer avec l'ancien système lorsque l'outil n'avait encore atteint que la profondeur de 263 mètres, est parvenu aujourd'hui sans aucun nouvel accident à 403 mètres. Une grande économie dans le travail résulta immédiatement de la diminution du poids des tiges. Dès l'origine on donna 93 mètres à la tige supérieure et 170 mètres à la tige inférieure, on conserva aux barres de cette dernière $0^{m},052$ d'équarrissage; mais on réduisit immédiatement

à $0^{m},026$ l'équarrissage de la tige supérieure. Or, 1 mètre courant de tiges de $0^{m},052$ d'équarrissage pèse (y compris une part proportionnelle du poids des écrous) $23^{kil.},39$; tandis que la même longueur d'une tige de $0^{m},026$ ne pèse que $5^{kil.},80$. La diminution de poids obtenue sur chaque mètre courant de la tige supérieure est donc $17^{kil.},59$. La diminution totale du poids de la sonde fut donc à l'origine de 1.760 kilogr.

Plus tard on acquit la conviction que la tige inférieure pouvait être encore considérablement raccourcie, sans que l'outil perdît rien de son action sur le terrain. A une profondeur de 310^{m}., la tige inférieure était déjà réduite à 96 mètres.

Enfin, lorsque le forage fut parvenu à la profondeur de 403 mètres, la longueur de la tige inférieure variait seulement entre 37 et 47 mètres, en sorte que la tige supérieure avait toujours au moins 356 mètres. Dans l'ancien système, le poids total des tiges eût été de 10.144 kilogrammes. Dans le nouveau système, le poids n'était que de 3.405 kilogrammes, et par conséquent la diminution de poids s'élevait à 6.739 kilogrammes.

L'appareil de M. d'Oeynhausen est employé non-seulement au sondage de Neusalzwerk, mais encore dans deux autres sondages pratiqués aux salines d'Arten (gouvernement de Merseburg) et de Königsbronn (gouvernement d'Arnsberg). A l'époque où les éléments de cette notice ont été recueillis, le premier sondage avait atteint une profondeur de 310 mètres, après avoir rencontré le sel gemme à 306 mètres. Le second sondage dépassait déjà 250 mètres. Dans l'un et dans

l'autre, de même que dans le sondage de Neusalzwerk, les tiges n'avaient pas éprouvé le plus léger accident depuis l'instant où l'on avait mis en usage le nouveau procédé.

DESCRIPTION

D'une nouvelle sonde employée à Briscous (Basses-Pyrénées), pour le percement d'un puits salé;

Par M. LEFEBVRE, Ingénieur en chef des mines.

La sonde dont M. Keen a fait usage pour le percement d'un puits salé à Briscous, département des Basses-Pyrénées, se compose de deux outils servant alternativement : l'un pour mettre en menus débris la partie de la roche sur laquelle on le fait agir par percussion; l'autre pour amener au jour ces mêmes débris, lorsqu'ils commencent à diminuer sensiblement l'effet du premier outil.

L'outil à percussion (*Pl. XII, fig.* 8), qu'on pourrait appeler *bélier à mille fleurets*, se présente comme un faisceau cylindrique composé de barres rondes de fer, dont chacune a un diamètre égal à 20 ou 27 millimètres. L'extrémité inférieure de ces barres est acérée, et rendue tranchante comme un fleuret de mineur, comme un ciseau, etc., suivant la nature de la roche à traverser.

Les barres de fer qui forment l'enveloppe extérieure du faisceau ont $0^m,75$ ou environ de hauteur, et les barres intérieures, formant noyau, ont $0^m,65$ à $0^m,60$ seulement de hauteur; en sorte qu'il reste dans l'intérieur du faisceau et à sa partie supérieure un espace vide de $0^m,10$ à $0^m,15$ de hauteur, dans lequel les débris de la roche attaquée viennent quelquefois se déposer.

Toutes les barres de fer sont juxta-posées et fixées ensemble par des chevilles en fer et par deux cercles de même métal qui servent à maintenir le faisceau, dont les bases sont d'ailleurs circulaires et ont un diamètre de 0m,12 ou environ, plus ou moins, selon la grosseur que l'on veut donner au bélier.

Deux des barres de fer extérieures, un peu plus longues que les autres barres de l'enveloppe, sont soudées ensemble pour former une anse par laquelle on suspend l'outil à une corde.

Quand on veut se servir de cet outil, on passe une corde sur une poulie, et après l'avoir attachée à l'une de ses extrémités, des hommes, tenant dans leurs mains l'autre extrémité, tirent et lâchent alternativement la corde, et, de cette manière, soulèvent et laissent tomber successivement l'outil d'une hauteur qui doit être faible, surtout en commençant le percement du puits. Pendant le cours du sondage, il est indispensable de faire usage d'eau, qui non-seulement arrête la prompte destruction des fleurets, mais encore facilite le travail en aidant à la dispersion des parties détachées de la roche.

Le second outil (*fig.* 9), celui qui sert à nettoyer le puits à mesure que le percement fait des progrès, consiste en un cylindre en tôle de même diamètre que l'outil précédent. Ce cylindre porte une anse en fer à sa partie supérieure, laissée ouverte, tandis que sa partie inférieure est, au contraire, fermée, mais cependant munie d'un clapet qui s'ouvre en dedans et se referme par le poids des matières entrées, quand on soulève l'outil.

Les outils de cette sonde ont fonctionné au fond d'un puits de 27 à 30 mètres ou environ de pro-

fondeur, percé dans les argiles bariolées principalement en rouge de la partie du terrain crétacé à dépôts de sel gemme (partie inférieure de l'étage supérieur du terrain crétacé), qu'on rencontre à Briscous et dans les environs, département des Basses-Pyrénées. Lors de mon passage aux salines de ce nom, en juillet dernier, on n'avait pas encore fait usage de cette sonde avec laquelle le puits dont il vient d'être question a été approfondi de 10 à 15 mètres.

DESCRIPTION

Du fourneau à réverbère et du foyer à réchauffer, employés pour fabriquer le fer en barres, par la méthode usitée en Champagne;

Par M. GUENYVEAU, Ingénieur en chef des mines, etc.

J'ai déjà eu occasion de dire en quoi consiste le procédé d'affinage de la fonte de fer, désigné sous le nom de *méthode champenoise* (1), et de faire connaître les divers avantages qu'on en obtient dans la contrée où elle a pris naissance : il ne reste plus qu'à décrire les fourneaux dont on se sert pour exécuter la conversion de la fonte en fer ductile, et préparer les barres qui sont livrées au commerce.

I. Le four à puddler est, comme on sait (2), un fourneau à réverbère à deux portes de travail situées d'un même côté, et pourvu en outre d'une petite sole servant à échauffer la fonte avant de l'affiner, et pendant que l'opération précédente s'achève : c'est toujours de la fonte obtenue au charbon de bois que l'on traite, et qui n'a subi aucune préparation lorsqu'elle est livrée aux puddleurs.

La *Pl. XIII* représente ce fourneau dans tous ses détails, et l'explication se trouve à la fin de cette note.

(1) *Ann. des mines*, 3ᵉ série (pour 1837), tom. XII, p. 514-532.
(2) *Idem*, p. 321.

II. Le foyer, dit *feu de forge*, qui sert à réchauffer les massiaux, n'est que l'ancienne affinerie appropriée à ce nouvel objet, et disposée de manière que pendant qu'une masse de fer est portée au blanc dans le creuset, d'autres massiaux commencent à s'échauffer, au moyen du courant de flamme que donne la houille, et qui les enveloppe en sortant du foyer.

Toutefois, il arrive assez souvent, et principalement dans les grandes usines de la Champagne, telles que celles d'où nous sont venus les dessins que nous donnons ici, que le plus grand nombre des massiaux est étiré immédiatement après qu'on les a cinglés, c'est-à-dire sans les réchauffer, et pendant qu'ils sont encore très-chauds.

C'est à la complaisance de M. Danelle, propriétaire des belles usines du Buisson et du Châtellier, que je dois d'avoir pu remplir l'espèce d'engagement que j'avais pris de compléter la description d'un procédé destiné à diminuer la consommation du combustible végétal, dans la fabrication du fer, et qui sera nécessairement substitué à l'ancien mode d'affinage dans toutes les localités où l'on peut se procurer de la houille.

Cet habile maître de forges a trouvé, depuis dix-huit mois, le moyen de réduire encore la quantité de houille consommée au four à puddler, et les résultats suivants, qu'il a bien voulu me transmettre, sont des moyennes prises sur les derniers mois de l'année dernière 1838, et doivent être regardés comme les plus avantageux qu'on ait encore obtenus.

Dans un seul four à puddler, tel que celui représenté sur la *Pl. XIII*, on a fabriqué, en octobre, 96.990 kilog. de fer massiau, en con-

sommant, pour 1.040 kilog. de ce fer, 1.070 de fonte, et 546 kilog. de houille.

En novembre, la fabrication a été de 97.932 kilog. de fer massiau, et on a consommé (toujours pour 1.040 de ce fer), 1.073 kilog. de fonte et 535 kilog. de houille.

Enfin, en décembre, on a obtenu 95.004 kilog. de massiau avec 1.080 kilog. de fonte et 532 kilog. de houille, aux 1.040 kilog. (1).

M. Danelle dit que la consommation en houille est un peu forcée.

Au feu de forge (au réchauffage), pour fabriquer 1.040 kilog. de fer en barres, on a consommé (sur une moyenne de 4 mois) 580 kilog. de houille.

Le combustible, apporté de Saarbrück, revient dans l'usine à 55 fr. les 1.000 kilog.; celui que l'on tire de Gray (houille de Rive-de-Gier), revient à 62 ou 63 fr.

Si nous réduisons ces consommations au mille (1.000 kilog.) de massiaux et de fer en barres fabriqués, nous trouvons que c'est 514$^{kil.}$,40 pour celle qui a lieu au four à puddler, et 557$^{kil.}$,7 dans le feu de forge. En admettant pour les opérations de la fabrication des massiaux et leur étirage, les déchets les plus ordinaires, on trouvera que la quantité totale de houille brûlée pour fabriquer 1.000 kilog. de fer en barres, en Champagne, est de 1.035 kilogrammes.

---

(1) Le déchet sur la fonte paraît bien faible; mais je donne les résultats tels qu'ils m'ont été transmis. Il arrive souvent que l'addition dans les fours à puddler, de bouts de barres ou de barres de rebut, en quantité notable, diminue considérablement le déchet qui aurait lieu si l'on ne travaillait que de la fonte brute.

EXPLICATION DES PLANCHES XIII ET XIV.

La planche XIII montre *le four à puddler* sous toutes ses faces, avec sa cheminée, ses deux portes à bascule, etc.

a la chauffe où se trouve la grille *a'*;
b le laboratoire et *b'* la sole de puddlage;
c le four à échauffer la fonte; sa petite sole *c'*;
d d la cheminée, avec son registre à bascule *w*, que l'on manœuvre au moyen du levier *y*, de la chaîne *x x*, et de sa poignée *z*.

Planche XIV. *Feu de forge.*

On y remarquera de plus que, dans les affineries ordinaires, les dispositions pratiquées pour échauffer, par la flamme perdue du foyer, un certain nombre de massiaux *x*, *x*, *x*; ceux-ci reposent sur des supports en fonte indiqués en *z*, *z*.

On voit aussi comment les flammes et fumées sont conduites du foyer dans la cheminée, et obligées d'environner les massiaux pendant leur trajet.

Les figures 1 à 7 montrent en plan et en coupe le creuset et les dispositions accessoires qui l'accompagnent.

Les figures 8 à 12 représentent en détail chacune des pièces qui forment le creuset.

QUELQUES OBSERVATIONS

Sur le terrain crétacé du département de l'Aube (1);

Par M. DE SÉNARMONT, Ingénieur des mines.

La formation crétacée du département de l'Aube est très-développée. Sa structure est remarquable, et l'étude des couches qui la composent ne présente aucune difficulté.

Je me propose, dans cette note, de réunir les résultats de quelques observations qui peuvent faire connaître ce terrain intéressant. Je m'attacherai surtout à signaler les localités où l'on pourra vérifier toutes les superpositions que je vais établir, et découvrir clairement la succession des couches.

Je partagerai le terrain crétacé en trois étages :

L'étage supérieur ne comprendra qu'un seul groupe, dont je formerai trois sous-groupes.

Je diviserai l'étage moyen, également composé d'un seul groupe, en trois sous-groupes différents.

Dans l'étage inférieur, je distinguerai deux

(1) Ces observations ont été faites en 1836 et 1837; elles devaient servir à la description géologique du département de l'Aube, commencée par ordre de M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines. Des circonstances indépendantes de ma volonté m'ont empêché jusqu'ici de décrire cette formation avec détail et m'obligent encore à me contenter d'une simple notice.

groupes. Le premier sera formé de deux sous-groupes, et le second n'en comprendra qu'un seul.

Étage supérieur. — 1er sous-groupe.

Dans le premier sous-groupe se trouve une roche crayeuse, blanche, tendre, tachant les doigts ; avec peu de silex et peu de fossiles, qui sont ordinairement à l'état spathique.

On l'exploite à Bouilly, Auxon, Vosnon, Coursan, etc.

Étage supérieur. — 2e sous-groupe.

L'assise moyenne est composée de bancs calcaires gris, durs; qui ne tachent pas les doigts; où les silex sont très-rares, blancs, opaques, et comme fondus dans la roche; où les fossiles sont très-communs. Le test de ceux-ci est remplacé par un mince enduit d'oxide de fer.

On exploite cette roche, sous le nom de pierre dure, à Saint-Phal, Auxon, Montfey, Saint-Florentin, etc.; elle fournit un moellon plus consistant, mais plus gélif que l'assise supérieure.

Étage supérieur. — 3e sous-groupe.

Le troisième sous-groupe est formé de marnes grises feuilletées, avec quelques empreintes végétales noires. On observe ces marnes près de Saint-Phal, de Chamoy, dans quelques sources du bas d'Auxon, près de Montfey, de Neuvy, de Saint-Florentin.

Les trois assises de l'étage supérieur sont liées entre elles, peut-être même avec le premier sous-

groupe de l'étage moyen, par des passages insensibles.

Étage moyen. — 1er sous-groupe.

Ce premier sous-groupe renferme des argiles ardoisées, on y rencontre quelques fossiles.

Cette assise est mince, et par conséquent difficile à distinguer. Elle paraît à la surface du sol à Saint-Florentin; à Montfey on la voit passer sous les marnes feuilletées; on peut encore l'observer près de Chamoy, et dans les environs de Saint-Phal et de Jeugny.

Peut-être les tuileries de l'Hôpital sont-elles ouvertes dans cette couche.

Étage moyen. — 2e sous-groupe.

Le deuxième sous-groupe comprend des sables à grains inégaux, et des argiles ou des grès en couches subordonnées. Toutes ces matières contiennent de la chlorite discernable, ou qu'on peut en séparer par lévigation.

On rencontre les mêmes fossiles, et en grande quantité, dans toute l'épaisseur de ce sous-groupe.

J'ai cherché longtemps un ordre régulier dans la structure de cette grande assise; mais j'ai fini par me convaincre que les couches qui la composent sont peu étendues et n'ont aucune généralité.

Le sable s'exploite presque partout. On extrait des grès à Saint-Florentin, à Soumaintrain, à Racine, à Ervy, à la Basse-Coudre, etc. Quant aux argiles, elles alimentent nombre de tuileries à

Soumaintrain, à Courtaoult, à Courcelles, à Courbeton, etc.

Étage moyen. — 3ᵉ sous-groupe.

Le troisième sous-groupe est généralement argileux. Il est assez bien caractérisé par une grande Exogyre qui ne remonte pas plus haut.

Quelques tuileries exploitent cette couche à Maizières, Boisgérard, au Truchot, etc.

Étage inférieur. — 1ᵉʳ groupe, 1ᵉʳ sous-groupe.

Ce premier sous-groupe est composé de sables exempts de chlorite, quelquefois un peu micacés, à grains égaux de quartz transparent, diversement colorés par l'oxide de fer à leur surface.

Je n'y ai pas rencontré de fossiles, mais à Chaource, à Vanlay, à Turgy, aux tuileries de Boisgérard, à Marolles, on trouve dans les sables, et à la séparation de ces sables et des argiles supérieures, des plaques de minerai de fer oxidé rouge ou d'hydrate brun et jaune.

La dernière assise de l'étage moyen repose, sans aucune liaison, sur la première assise de l'étage inférieur. La transition est brusque et la séparation paraît complète. On peut l'observer dans les sablières de Marolles, de Lachapelle, de Flogny, de Boisgérard, des Granges, de Chaource; sur les chemins de cette ville à Lantages et à Troyes, et près du ponceau jeté sur le Ru de Lachapelle. Quant à la couche sableuse, elle est visible en bien d'autres localités; à Survanne, aux Croûtes, à Linières, Prusy, Cussangy, La Jesse, etc.

Dans le même sous-groupe, je comprends des argiles qui alternent avec les sables supérieurs.

Ces argiles sont bleuâtres et seulement en couches minces vers la partie inférieure, comme à Turgy, Cussangy, Vallières, etc.; ou plus épaisses et bigarrées de gris, de rouge et de violet, comme à la poterie près Chaource, à Lantages et surtout à Magnant, Ville-en-Trode, Vandœuvre, Amance, etc. Elles semblent alors alterner avec le sable dans toute l'épaisseur de l'assise. A Vandœuvre ces argiles bigarrées renferment une couche de minerai de fer oolitique.

Étage inférieur. — 1er groupe, 2e sous-groupe.

Le deuxième sous-groupe est formé d'argiles, d'un gris ardoisé ou verdâtre, qui alternent avec des lumachelles grises ou bleues.

Ce sous-groupe est extrêmement coquillier, il est très-facile à observer à Vanlay, à Vallières, à Turgy, à Cussangy, autour de Chaource, sur la route d'Amance à Vandœuvre, etc.

On y trouve des rognons de fer carbonaté lithoïde, et des plaques contournées qui proviennent de la décomposition de ce minéral. Près de Linières, on y voit aussi une hématite rouge, qui souvent affecte la forme de masses cylindroïdes et rameuses, percées d'un trou central.

Étage inférieur. — 2e groupe.

Un calcaire jaunâtre constitue presqu'à lui seul ce second groupe. La roche est coquillière, et, à cause de cette particularité, renferme beaucoup de parties spathiques. Les strates en sont très-minces, discontinues, et formées de plaques irré-

gulières reliées par un calcaire peu cohérent. Un minerai de fer en grains est disséminé dans ce calcaire, et forme quelquefois de petits lits subordonnés.

Le premier et le deuxième groupe paraissent ordinairement séparés par une couche d'argile ardoisée, et dans ce cas, les bancs de calcaire jaunâtre sont ordinairement juxta-posés. Souvent aussi les couches d'argile bleuâtre de l'assise supérieure deviennent seulement plus rares et plus minces, et finissent par se réduire à de petits filets d'argile brune de quelques millimètres d'épaisseur, qui séparent les bancs et descendent ainsi jusqu'au contact du deuxième groupe et du terrain oolitique.

Le calcaire jaunâtre est très-exploité à Marolles, à Bernon, à Chaource, à Lantages, à Fouchères, à Courtenot, à Vandœuvre, etc.

Entre le calcaire jaune et l'oolite, j'ai rencontré quelquefois un banc mince de sable assez pur, non coquillier.

Cette couche paraît irrégulière, et manque même souvent. Est-elle subordonnée au calcaire jaunâtre? ou se trouve-t-elle toujours à la même place? Il faudrait, pour répondre à cette question, des observations plus nombreuses et plus générales que les miennes.

Le calcaire jaune ou le sable reposent enfin sur une assise qui se rapporte à la pierre de Portland.

Les caractères minéralogiques de cette roche ne permettent pas de la confondre avec les couches supérieures.

J'ai mis beaucoup de soin à rechercher des coupes qui permissent d'observer le contact du

dernier étage crétacé et de la formation oolitique, et j'ai toujours vu une séparation nette, complète, et parfaitement tranchée.

Dans un petit ravin, qui aboutit à la route de Marolles à Tonnerre, au-dessus d'une roche blanche, compacte et sans fossiles, est un petit lit d'argile sans épaisseur, qui contient des débris d'Exogyres; puis, au-dessus de l'argile, le calcaire jaunâtre très-coquillier à grains spathiques.

Une autre coupe se voit dans un petit ravin secondaire, parallèle à l'Armançon, entre Marolles et le château de Montserve. Ici le petit lit d'argile n'existe pas, et le contact des deux calcaires hétérogènes est immédiat. Il se fait sans transition, et leurs caractères établissent encore une division bien tranchée.

Les ravins, qui séparent le même château de Montserve du hameau du Grand-Virey, produisent trois autres coupes qui ne diffèrent pas de la précédente. De semblables superpositions s'observent enfin entre Cousegrey et Prusy, et près de Cussangy, de Chaource et de Jully. Elles se présentent partout de la même manière.

A Fouchères et à Courtenot les deux calcaires sont séparés par la couche de sable, qui paraît jouer le même rôle aux environs de Vandœuvre.

On l'exploite sur cette commune, à Montmartin, aux Maisons, et on la retrouve en divers lieux du voisinage.

Tel est l'ensemble des couches qui, dans le département de l'Aube, composent la formation crétacée. Il est inutile, après la description que j'en ai donnée, de justifier les divisions que j'ai adoptées.

On reconnaîtra dans les trois étages du terrain de craie les divisions principales établies en Angleterre. Il n'est pas moins facile d'assimiler le deuxième groupe de l'étage inférieur au calcaire de Neuchâtel, et je terminerai ces rapprochements en remarquant qu'il existe la plus grande analogie entre les terrains de l'Aube et ceux de la Haute-Marne, si bien décrits par M. Thirria.

NOTICE

Sur les communications nécessaires aux mines de charbon et à l'industrie du fer;

Par M. Michel CHEVALIER, Ingénieur des mines (1).

On peut considérer comme établi que le perfectionnement de la navigation du territoire réclame impérieusement, 1° l'achèvement du système des grands canaux à point de partage de frontière à frontière; 2° l'amélioration des fleuves et des rivières soit dans leurs lits, soit par des canaux latéraux. Parallèlement à ces deux séries d'entreprises, il convient d'en poursuivre une troisième, celle des communications nécessaires, les unes pour conduire vers les grandes lignes, et par conséquent vers les foyers les plus importants de consommation, les houilles de nos gîtes carbonifères; les autres pour desservir nos grands centres métallurgiques. Mais ici il ne s'agit plus que de dépenses limitées. Grâce à nos fleuves et rivières, à nos canaux de l'ancien régime, de l'empire et de la restauration, et aux lois de fraîche date, qui ont pourvu soit au perfectionnement du Tarn et du Lot, et assuré ainsi le débouché des mines de Carmeaux et de l'Aveyron, soit à la construction du chemin de fer d'Alais à Beaucaire, presque tous nos bassins houillers sont ou vont être rattachés aux grandes lignes et rapprochés des consommateurs. De même, le service général de nos principaux districts de forges serait

(1) Extrait d'un ouvrage intitulé : *Des intérêts matériels en France*, tome I, page 75.

à peu près organisé, comme je l'expliquerai tout à l'heure, par le fait seul des lignes actuellement achevées ou en cours de construction. Sous ce double rapport des houilles et des fers, il n'y a plus d'urgence que pour cinq travaux, dont trois tout au plus, ceux qui figurent les premiers dans la liste suivante, sont en dehors des lignes que nous avons déjà indiquées, et peuvent être considérés comme ayant pour destination spéciale, je ne dis pas exclusive, l'extension et le perfectionnement de ces deux industries primordiales, et, par elles, de toutes les autres.

Ces cinq travaux seraient :

1° L'amélioration de l'Allier, en vue de faciliter l'écoulement des produits du bassin houiller de Brassac;

2° Quelques perfectionnements en Loire au-dessus de Roanne, qui permettraient en toute saison de transporter au loin, par eau, les houilles de Saint-Étienne;

3° Un chemin de fer qui, partant du point où l'Ariége cesserait d'être navigable, en remonterait la vallée jusqu'à Tarascon;

4° Un canal destiné à distribuer les charbons de Commentry dans les départements de l'Ouest situés entre Loire et Garonne, qui sont à peu près complétement dépourvus de combustible minéral. Cet ouvrage se confondrait avec celui qui est nécessaire pour compléter la liaison de Bordeaux et du Sud-Ouest avec Strasbourg, avec Lyon et avec l'Est, et qui en même temps unirait Bordeaux à Paris par le centre de la France. Il partirait de l'extrémité du canal du Berry à Montluçon, et aboutirait par la Vienne au canal de Paris à Bordeaux par l'Ouest.

5° Un canal dirigé de Gray sur la Saône à Saint-Dizier sur la Marne. Ce canal a déjà été mentionné comme un chaînon qui restait à établir dans une ligne de premier ordre, entre la Méditerranée et la mer du Nord ; entre le Rhône d'un côté, le bas Escaut, la Meuse et le Rhin inférieur de l'autre ; entre Marseille et Anvers, Rotterdam, Coblentz et Cologne. Il exercerait, comme on va le voir, la plus salutaire influence sur l'avenir des forges au charbon de bois.

Parmi toutes les fabrications, nulle plus que celle du fer ne donne lieu à une forte masse de transports, nulle ne doit attendre de plus grands services d'un bon système de communications. La fabrication du fer à la houille, étant nécessairement placée presque toujours sur les mines de charbon, sera desservie dans ses intérêts généraux par les lignes construites dans l'intérêt de ces mines. Mais la fabrication du fer avec le charbon de bois, comme principal ou comme unique combustible, exige de son côté quelques travaux.

Tout le monde aujourd'hui sent que le fer forme, avec le charbon, le pain quotidien de l'industrie. On attribue avec raison une très-grande partie des progrès des manufactures anglaises au bas prix du fer, non moins qu'à celui du charbon, dans la Grande-Bretagne. Il est admis que la civilisation matérielle d'un peuple peut, jusqu'à un certain point, être jugée par la quantité de fer qu'il consomme. La fabrication du fer au charbon de bois n'est et ne sera jamais à négliger en France; car, malgré les sinistres prédictions de quelques anglomanes, il s'en faut qu'elle soit destinée à périr. Un bel avenir lui est réservé, au contraire, si elle continue, pour se perfectionner, les efforts auxquels elle s'est enfin dé-

cidée après de longues années d'une funeste apathie (1).

L'industrie du fer au charbon de bois comme principal ou comme unique combustible est, en France, presque toute agglomérée dans un petit nombre de groupes, parmi lesquels six méritent d'être signalés entre tous : l'un au nord-est, celui des Ardennes, forme une lisière tout le long de la frontière belge, prussienne et bavaroise; le deuxième à l'est, vers la partie supérieure du cours de la Saône et sur les bords du Doubs, couvre une partie des départements de la Haute-Saône et du Doubs, et le sud-est de la Côte-d'Or; le troisième, fort puissant, occupe le

(1) En 1836, il y avait en France 522 hauts-fourneaux qui se répartissaient ainsi entre les deux méthodes au charbon de bois et à la houille :

	ACTIFS.	INACTIFS.	TOTAL.
Hauts-fourneaux au charbon de bois seul.	419	69	488
Hauts-fourneaux au coke seul, ou au coke mêlé de charbon de bois. . .	25	9	34
Totaux.	444	78	522

La production de la fonte s'élevait :

	Tonneaux.
Pour les hauts-fourneaux au charbon de bois, à.	262.005
Pour les hauts-fourneaux au coke pur ou mélangé.	46.358
Total. . . .	308.363

C'est-à-dire que les cinq sixièmes de la fonte produite en France provenaient, en 1836, des hauts fourneaux au charbon de bois. Ils occupaient 6.089 ouvriers, les autres n'en occupaient que 685. Il importe de remarquer que sur les 25 hauts-fourneaux au coke, 20 seulement se passaient d'un mélange de charbon de bois.

nord de la Haute-Marne, le sud-est de la Meuse, et le nord-ouest de la Côte-d'Or; le quatrième s'étend dans la Nièvre et le Cher; le cinquième dans la Dordogne; le sixième, où l'on pratique la méthode *catalane*, dans l'Ariége et les parties attenantes des départements voisins.

Le service général (je fais ici abstraction des communications de deuxième ou de troisième classe, qui intéresseraient quelques localités particulières ou quelques forges isolément) du groupe du nord-est est assuré par un bon nombre de fleuves et de canaux. Le groupe de la Haute-Saône, du Doubs et du sud-est de la Côte-d'Or a à sa disposition les canaux du Rhône au Rhin et de Bourgogne, et la Saône, dont l'amélioration jusqu'à Gray a été votée l'an dernier. Cependant la majeure partie des forges de la Haute-Saône étant situées au-dessus de Gray, tireraient grand profit, pour leur approvisionnement, et plus encore pour leurs débouchés, d'une nouvelle communication dirigée de Gray vers le nord. La Loire, le canal latéral du Nivernais, celui du Berry et le canal du Centre offrent ou vont offrir au quatrième groupe de belles voies de communication avec toutes les parties de la France. L'Isle et la Dordogne canalisées, et la future liaison du bassin de la Garonne avec la Loire moyenne, donnent ou donneront au groupe de la Dordogne toutes les facilités générales qu'il a le droit de réclamer.

Le troisième et le sixième groupes ont besoin seuls de quelques nouvelles lignes qui, sous d'autres rapports, exerceraient une heureuse influence sur le progrès de l'industrie nationale et sur l'extension de notre commerce.

Parlons d'abord du troisième, c'est-à-dire de

celui qui se compose du nord de la Haute-Marne, du sud-est de la Meuse et du nord-ouest de la Côte-d'Or, et au sujet duquel j'ai reproduit l'idée du canal de Gray à Saint-Dizier qui le traverserait dans sa plus grande longueur sur le sol de la Haute-Marne.

Ce groupe est de beaucoup plus important que les autres. La Haute-Marne est celui des quatre-vingt-six départements qui possède le plus grand nombre de hauts-fourneaux. En 1836, le nord seul de ce département en avait soixante-deux en activité; le sud de la Meuse en comptait vingt-six, le nord-ouest de la Côte-d'Or vingt et un. Ainsi sur quatre cent quatre-vingt-huit hauts-fourneaux qui travaillaient au bois dans la France entière, ce groupe en comptait cent neuf, resserrés dans un étroit espace dont l'étendue n'est qu'une fois et demie celle d'un département; il offrait en outre cent douze feux d'affinerie et soixante-dix fours à *puddler*, c'est-à-dire où l'on affinait à la houille par la méthode anglaise. On y fabriquait 74.814 tonneaux (de 1000 kilogr.) de fonte, c'est-à-dire le quart de la production de toute la France. Cette fabrication exigeait la mise en œuvre de 400.000 tonneaux de matières premières, savoir :

Minerai.	195.000	tonneaux.
Charbon.	128.000	
Castine ou fondant. . . .	77.000	
Total.	400.000	

Voilà des chiffres imposants et qui le seraient davantage, si l'on ajoutait aux forges et aux fonderies de la Haute-Marne, de la Meuse et du nord-ouest de la Côte-d'Or, celles de la Haute-Saône qui, ainsi que je l'ai déjà indiqué, seraient fort intéressées à l'établissement d'un canal de

Gray à Saint-Dizier, car elles sont toutes situées dans la partie supérieure de la vallée de la Saône, et celles peu importantes de la portion des Vosges contiguë à la Meuse. Le nombre des hauts-fourneaux serait ainsi porté à cent cinquante-deux, celui des feux d'affinerie à cent soixante-onze, celui des fours à *puddler* à soixante-dix, le poids de la fonte fabriquée à 103.283 tonneaux, et les poids respectifs des minerais, du charbon de bois et de la castine consommés à 284.000, 169.000 et 100.000; ce qui donne pour la masse totale des matières premières une quantité de 553.000 tonneaux.

Pour l'affinage, ce troisième groupe de forges emploie de plus en plus la méthode dite *champenoise*, pour laquelle la houille est nécessaire, et il faut faire venir ce combustible des houillères de Saône-et-Loire (Blanzy et Epinac) et de celles de la Loire (Saint-Etienne et Rive-de-Gier). On en a ainsi employé, en 1835, 41.000 tonneaux, qui ont coûté 2.253.000 francs, ce qui porte le prix moyen du tonneau à 55 francs, chiffre exorbitant qu'il faut attribuer à ce qu'à partir de Gray la houille est conduite aux forges de Haute-Marne par le roulage.

Il me paraît résulter de cet exposé que la masse des transports auxquels donne lieu l'industrie du fer dans ce district de forges situé entre la Saône et la Marne, suffirait seule à justifier la création d'un moyen de communication plus économique qu'une route ordinaire, et qui le traverserait d'une extrémité à l'autre, dans la direction la plus rapprochée de l'ensemble des usines, c'est-à-dire de Gray à Saint-Dizier. Le salut de l'industrie du fer, si intéressante partout, et si importante dans cette partie de la France, en fait absolument une loi,

Car comment veut-on que nos forges arrivent jamais à soutenir la concurrence anglaise, si elles continuent à payer 50 et 60 fr. le combustible minéral qui en coûte 10 ou 12 aux maîtres de forges de la Grande-Bretagne?

Que sera-ce donc si, indépendamment de ces considérations spéciales à l'industrie des fers, l'on fait entrer en ligne de compte l'immense quantité de marchandises qui vont à Gray s'embarquer sur la Saône pour descendre vers le Midi, ou qui du Midi remontent jusqu'à Gray pour se distribuer ensuite dans le Nord, le Nord-Est et le Nord-Ouest? Que sera-ce, si l'on a égard à l'accroissement de circulation qui aura lieu dans cette double direction dès que le canal de Paris à Strasbourg sera ouvert, et si l'on considère qu'un canal entre Gray et Saint-Dizier, en y joignant les ouvrages beaucoup moindres qui rattacheraient la Marne à l'Aisne par Reims, et l'Aisne à l'Oise par le vallon de la Lette, mettrait dès lors en relation, par la voie la plus courte et la plus directe, les vallées de la Saône et du Rhône avec les vallées de la Moselle et du Rhin inférieur, de la Somme, de l'Escaut et de la Meuse; Lyon, la première de nos villes manufacturières, et Marseille, le plus vaste entrepôt du commerce du Levant, avec Cologne, avec Rotterdam, avec Anvers; le midi de la France avec la Belgique, la Hollande et les provinces rhénanes (1)?

---

(1) Voici comment s'est exprimé M. le ministre du commerce sur la grande ligne du midi au nord, dont le canal de Gray à Saint-Dizier serait la clef, dans l'exposé des motifs du projet de loi sur la navigation intérieure, présenté le 15 février 1838.

« Par les vallées du Rhône et de la Saône, où il existe » aujourd'hui une navigation, on remontera depuis la

Que sera-ce si l'on réfléchit qu'il s'agit de réduire presque à néant par des moyens tout pacifiques, et pourtant d'une admirable puissance, par le droit du commerce qui vaut maintenant le droit du canon, les stipulations les plus douloureuses des traités de 1815, celles à l'aide desquelles les ennemis de la France s'étaient flattés d'élever entre nous et les populations de la Belgique et des provinces rhénanes une barrière insurmontable (1)?

» Méditerranée jusqu'à Gray; de Gray on passera dans la
» vallée de la Marne au moyen d'un canal à point de par-
» tage, dont le projet est maintenant à l'étude; de la
» Marne on rejoindra l'Aisne à Berry-au-Bac par le canal
» qui traversera Reims; de Berry-au-Bac on gagnera le
» canal de Saint-Quentin, en suivant le canal de la Lette;
» enfin par le canal de Saint-Quentin on arrivera dans la
» vallée de l'Escaut.

« Cette grande ligne traversant le royaume presque sans
» sinuosités, sur plus de 300 lieues de longueur, existe
» déjà, créée par la nature ou par l'art, sur environ 250
» lieues. Elle passe près de nos plus riches houillères (Va-
» lenciennes et Saint-Etienne); au travers de nos prin-
» cipaux vignobles (la Bourgogne et la Champagne); au
» milieu de nos départements les plus riches en minerais
» et en usines à fer (la Haute-Marne, la Haute-Saône et
» la Côte-d'Or); dans quelques-unes de nos principales
» villes manufacturières (Lyon, Reims, Saint-Quentin,
» Lille), et dans le voisinage de plusieurs autres (Abbe-
» ville, Amiens, Roubaix, Sédan); elle rencontrera et
» croisera dans son chemin nos plus importants canaux; à
» Beaucaire, le canal du Midi; à Châlons-sur-Saône, le
» canal du Centre; ailleurs le canal de Bourgogne, le
» canal du Rhône au Rhin, le canal projeté du Havre à
» Strasbourg, le canal des Ardennes, le canal de la
» Sambre, le canal de la Somme. Cette importante voie
» navigable sera donc l'une des plus utiles, et paraît des-
» tinée à devenir une des plus fréquentées et des plus
» florissantes du royaume. »

(1) Quelques personnes ont pensé qu'il serait impossible

Passons maintenant au sixième groupe des forges françaises.

La fabrication du fer forgé par la méthode catalane est en grande partie concentrée dans le département de l'Ariége, sur les bords de la rivière de ce nom ou des ruisseaux qui s'y déchargent. Sur 109 forges catalanes qui existaient en France en 1836, 59 étaient dans l'Ariége et 17 dans le département contigu de l'Aude. Un chemin de fer qui descendrait de Tarascon jusqu'au point où l'Ariége est ou peut à peu de frais devenir navigable, ne servirait pas seulement à conduire aux forges leurs approvisionnements en minerai et en charbon ou à transporter leurs produits aux marchés; il recevrait une grande quantité de plâtre nécessaire au bas pays et qu'on trouve en abondance sur les bords du Haut-Ariége, des pierres de taille dont Toulouse est complétement dépourvue, ainsi que des marbres, et en retour il rapporterait au cœur des Pyrénées les blés et autres provisions que les montagnards ont besoin de tirer de la plaine. Il contribuerait aussi à faciliter le commerce de la France avec l'Espagne; car la route actuelle de Toulouse à Barcelone suit déjà la vallée de l'Ariége, non-seulement jusqu'à Tarascon, mais jusqu'à Aix, et même au delà jusqu'au col de Puymaurin.

---

d'alimenter le canal de Gray à Saint-Dizier. Dans cette opinion, M. H. Fournel a présenté, il y a déjà dix ans, un projet de chemin de fer entre ces deux mêmes villes. Il paraît, en effet, qu'il serait difficile de ramasser au point de partage du canal une quantité d'eau suffisante pour subvenir aux besoins de la circulation d'un nombre considérable de bateaux; mais il n'est pas démontré que ce soit impraticable.

ANALYSE

D'un mémoire de M. de Humboldt, sur le pays de Quito;

Traduite de l'allemand

par M. E. DE FOURCY, Ingénieur des mines.

Le 9 février 1837, M. de Humboldt lut devant l'académie royale de Berlin un prèmier mémoire sur les volcans des environs de Quito. Les observations dont il donna communication étaient extraites de ses journaux de voyage, encore inédits à cette époque. Il a paru intéressant de donner une analyse rapide de ce beau travail. Il est en effet peu de localités où les forces volcaniques aient agi sur une aussi grande échelle et produit des effets aussi variés que dans les environs de Quito. Les observations de M. de Humboldt sont de deux ordres bien distincts. Les unes reposent sur l'état actuel de nos connaissances minéralogiques ou géologiques, et perdent, avec les progrès de la science, une partie de leur certitude et de leur importance. Des recherches faites ultérieurement sur les collections qui les accompagnent peuvent seules les compléter ou les corriger. Les autres, au contraire, fondées sur des relevés géodésiques ou des mesures barométriques, sont invariables comme les lois des sciences dont elles découlent; si même des révolutions naturelles viennent altérer le relief de

la terre, leur importance s'accroît encore de la faculté qu'elles donnent de déterminer numériquement les effets de cette altération.

Le mémoire de M. de Humboldt se divise en deux parties.

Dans la première partie, l'illustre voyageur expose des considérations générales sur la structure des Andes, leur subdivision en deux ou trois chaînes, courant l'une à côté de l'autre, là séparées par de profondes vallées, ici réunies par des cols comme par de véritables nœuds, toutes sujettes à un système général de ramifications. Il décrit le parallélisme des diverses branches des Cordilières, parallélisme auquel échappe seul, par une exception remarquable, le chaînon des Cordilières de la Nouvelle-Grenade et de Mérida qui court du N.-E. au S.-O., et relie les failles de Caracas avec celles qui se formèrent plus tard dans le pays de Quito et de Popayan. Il recherche encore si le changement brusque de direction qu'on observe dans la portion la plus orientale des Cordilières se lie à ces sinuosités que présente le rivage de la mer du Sud, principalement dans le golfe d'Arica, et qui forment la répétition de la courbe du grand triangle africain au golfe de Biafra, près Fernando-Pô. Si l'on considère en masse la chaîne des Andes qui s'élève comme un mur immense au nord de la rivière des Amazones, on y voit l'existence de volcans énergiques, accusée régulièrement et comme périodiquement par de brusques apparitions de certaines roches, qui se sont fait jour à travers les terrains primitifs, ou les formations de schiste et de grès appartenant soit au terrain de transition soit à la période secondaire. La roche indiquée d'abord dans l'A-

mérique méridionale comme un grunstein ou un porphyre syénitique sans quartz a pris plus tard le nom de trachyte, dénomination qu'on substitua à celle de domite, plus ancienne et plus caractéristique peut-être. Les observations géologiques faites dans ces derniers temps ont appris que les masses d'éruption, soit qu'elles forment un dôme sans cratère, soit qu'elles présentent une bouche de communication entre l'atmosphère et l'intérieur de notre planète, offrent d'ordinaire, suivant diverses zones, une composition minéralogique souvent différente. Tantôt on trouve, ou ce trachyte proprement dit, que caractérise le feldspath, comme au pic de Ténériffe et aux Sept-Montagnes, et dans lequel l'albite est parfois associé au feldspath, ou ce porphyre trachytique dans lequel on rencontre fréquemment de l'obsidienne et des ponces; tantôt c'est le mélaphyre, espèce de dolérite, mélange de labrador et d'augite, fort voisin du basalte, comme à l'Etna, au Stromboli, au Chimboraço et au Pichincha; tantôt l'albite domine avec l'amphibole, comme dans cette roche volcanique du Chili récemment nommée *andésite*, et ces belles colonnes naturelles qu'on trouve à Pisojé, au pied du volcan de Puracé ou au volcan de Tolluca, dans le Mexique. Tantôt enfin on a le leucitophyre, mélange de leucite et d'augite, comme à la Somma, cette paroi primitive du cratère vésuvien.

La seconde partie du mémoire est spécialement consacrée à la description géologique des alentours de Quito et à celle du volcan de Pichincha, au pied duquel Quito est bâti. Le sol de la ville même est déchiré par une multitude de crevasses que les Indiens nomment *guaycos*. Les crevasses

ont généralement de 30 à 40 pieds de large. Leur profondeur atteint 70 et 80 pieds. Elles sont pour la plupart sans eau. On dirait des filons qui n'ont point été remplis. Elles courent toutes perpendiculairement à la ligne de faîte du volcan, circonstance d'une grande importance géologique et se liant étroitement au soulèvement du Pichincha qui, loin d'être conique, présente une masse allongée de 8.000 toises. La croyance commune attribue à ces crevasses la conservation des grands édifices et des belles églises de la ville, au milieu des tremblements de terre qui agitent si fréquemment le sol de la contrée. Mais un grand nombre d'observations faites dans des quartiers éloignés de toutes crevasses, dément ce préjugé populaire qu'on trouve déjà mentionné dans les auteurs latins.

Pour l'intelligence de ses trois excursions au Pichincha, M. de Humboldt a joint à son mémoire des plans, des vues et des profils qui ont pour base une opération trigonométrique faite dans la plaine de Cochapamba, près de Chillo. Le baromètre a servi à déterminer la hauteur de ces pics isolés qu'on découvre de si loin, et qui couronnent en forme de tours le faite de la montagne. La température, l'état hygrométrique, la tension électrique, la teinte de l'atmosphère ont été mesurées sur ce sommet par un ciel très-serein. Le point d'ébullition de l'eau de neige s'est trouvé à 68°,9 Réaumur sur la masse de dolérite, recouverte de pierre ponce, qui, à une hauteur de 2.356 toises, réunit le cône de Tablahuma au pic de los Ladrillos. Du haut du Pichincha, la vue s'étend vers le S.-O. sur les côtes de la mer du Sud et sur ces plaines recouvertes de forêts

vierges, impénétrables à l'homme, qu'on nomme les Yumbos, dans la province des Emeraudes. En prenant rigoureusement la différence de longitude entre Callao et Guayaquil, on a rectifié la carte côtière levée durant l'expédition de Malespina, et trouvé un arc de 88 minutes pour la distance de la portion de littoral qu'on découvrait du point indiqué plus haut. A côté des autres volcans du pays de Quito, la hauteur du Pichincha est peu considérable, puisqu'elle n'est pas de beaucoup supérieure à celle du Mont-Blanc, et que la grande route de Quito à Cuença et Lima atteint presque cette élévation au col d'Assuay. L'horizon qu'on découvre du haut du Pichincha a, indépendamment de l'effet produit par la réfraction, un diamètre de 2° 13'. Un épais brouillard s'étend au-dessus des plaines des Yumbos, si chaudes, si riches de végétation, et dont s'exhale une si énorme masse de vapeurs. Du côté de la mer il est impossible de voir une séparation nette entre l'eau et le ciel : la quantité de lumière réfléchie par l'océan est trop faible pour ne point être absorbée dans un si long trajet à travers l'atmosphère. Les profondes crevasses qui sillonnent le Pichincha, perpendiculairement à sa ligne de faîte, rendent presque impraticable l'accès de cette montagne. Les voyageurs (MM. de Humboldt, Aimé de Bonpland et don Carlos Montufar) éprouvèrent plus de difficulté dans cette ascension, que dans celle du sommet neigeux de l'Antisana, où ils s'étaient élevés peu de temps auparavant à plus de 17.000 pieds de hauteur. L'approche de la nuit, l'incertitude des chemins, la profondeur des précipices les empêchèrent, dans cette première excursion, d'atteindre le quatrième pic vers le sud-ouest, le Rucu-Pichin-

cha, élevé de 2.490 toises, qui a vomi des flammes dans les années 1539, 1566, 1577 et 1660. Le cratère est enceint de trois rochers qui lui donnent de loin l'aspect d'un château fort. Il fut atteint dans la seconde excursion. La montagne a aussi rejeté des blocs, peut-être à son premier soulèvement, suivant une longue fente dirigée N. 56° O : on les voit alignés dans la plaine de Rumipamba. Ils y arrivèrent par la vallée des Condorgeyer (*Cundurguachana*), celle qui se rapproche le plus du nord-est. A cette vallée correspond, dans la chaîne de la montagne opposée, une autre faille conduisant au profond entonnoir de Guapulo.

NOTICE GÉOLOGIQUE

Sur l'Afrique méridionale;

Extraite des *Gœttingische gelehrte Anzeigen* (année 1837, page 1449);

Par M. E. DE FOURCY, Ingénieur des mines.

Le Cap.

La ville du Cap repose sur le schiste argileux, qui s'étend depuis le rivage de la mer jusqu'au pied de la montagne de la Table. Ce schiste passe tantôt à la grauwacke schisteuse, tantôt au schiste chloriteux ou talqueux : cette dernière variété rappelle celle qu'on rencontre en plusieurs points du Harz, et qui a été décrite sous le nom de *schiste savonneux*.

La Table

Au-dessus du schiste argileux, non loin de la côte, s'élève le granite; c'est lui qui constitue la montagne de la Table, et, plus à l'ouest, celle du Lion. Tout en redressant les couches des schistes qu'il a traversés, ce granite s'est ramifié en une multitude de filons dans la roche encaissante, et y a donné lieu à ces apparences remarquables que Hutton observa en Angleterre et en Écosse, et qui lui suggérèrent sa théorie géologique. La roche pénétrée par le granite se rapporte, suivant le capitaine Hall, au killas de Cornouailles. John Davy a émis plus tard la même opinion (*Gilbert's Annalen*, 1820, VI, page 129). Mais en examinant une collection géologique du Cap, déposée au Muséum royal de Leyde, M. Haus-

mann (1) s'est convaincu de son identité avec le hornfels (mélange de feldspath et de quartz), qu'on rencontre dans le Harz, notamment au Rehberg, et qui, dans cette localité, présente, comme au Cap, des infiltrations granitiques.

Le granite de la Table est à gros grains; le feldspath en est fortement cristallin. Le capitaine Hall annonce y avoir trouvé de l'amphibole; mais il est possible qu'il ait pris de la tourmaline pour de l'amphibole. Cette conjecture est d'autant mieux fondée, que la tourmaline se trouve en général dans le granite au voisinage des roches limitrophes. C'est ainsi que l'on en rencontre dans le Harz, et, suivant M. Burkart, à Comanja au Mexique, au contact du granite et du hornfels. L'examen d'un échantillon rencontré sur le versant occidental de la Tête du Lion, indique le même fait géologique, et semble ainsi mettre hors de doute l'erreur du capitaine Hall.

La Table est à peu près aussi élevée que le Broken (2), mais le granite ne s'y montre que jusqu'aux deux tiers de sa hauteur. Au delà, il disparaît sous les couches d'un grès horizontalement stratifié : aussi, au lieu d'être arrondie comme le Broken, la Table n'offre-t-elle à son sommet qu'un de ces plateaux particuliers aux montagnes formées d'assises horizontales.

Le Lion. Le Lion, qui n'a guère plus de 2.000 pieds, présente les mêmes circonstances géologiques que la Table. L'on ne peut donc point douter qu'avant

(1) Les détails renfermés dans cette notice ont été communiqués par M. le conseiller Hausmann à la Société royale des sciences de Hanovre, dans sa séance du 26 août 1837.

(2) Le Broken est la plus haute montagne du Harz; il a 3.395 pieds d'élévation.

l'apparition du granite, le grès qui forme les sommets des deux montagnes n'ait recouvert le schiste argileux qu'on trouve à leur pied; mais doit-on le considérer comme une des assises supérieures du terrain de transition, ou faut-il le ranger dans les formations secondaires? C'est une question qu'on ne pourra résoudre avec certitude tant qu'on n'aura point trouvé de fossiles dans la roche. Cette dernière offre les caractères d'un conglomérat quartzeux dont les grains sont réunis par un ciment argileux; quelquefois même le ciment devient siliceux et la roche passe au quartzite; enfin on y remarque çà et là des veines de quartz, avec géodes tapissées de cristal de roche. L'ensemble de ces divers caractères établit donc une grande analogie entre les grès du Cap de Bonne-Espérance et ceux qu'on observe au Harz, dans le terrain de grauwacke. La présence du fer qu'on rencontre également dans chacun d'eux augmente encore l'analogie. L'on trouve en effet, dans les grès du Cap, des boules de pyrite ordinairement recouvertes de fer oxydé, et des infiltrations de l'oxide produit par la décomposition de ces pyrites, déposées dans les fissures de la roche, ou formant des noyaux compactes dans la masse quartzeuse. En outre, les grès du Cap, qui sont d'un blanc pur dans les dernières assises, présentent au contraire une teinte ocreuse dans leur partie inférieure, jusqu'à une distance verticale de 150 à 200 pieds, du granite. Ce fait a son analogue dans le Harz, où le quartzite est, à son contact avec le granite, imprégné de fer oxidé brun, et souvent même traversé par des filons de ce minéral.

Le Cèdre.

A la montagne du Cèdre, dans les environs de

Clan-William, on trouve une roche qui appartient, par ses fossiles et ses caractères minéralogiques, au terrain de transition. Elle rappelle les grès de la grauwacke qu'on observe dans le Harz, au nord de Zellerfeld, dans la vallée de la Schalke. Comme eux, elle contient des lames isolées de mica; comme eux, elle est imprégnée de fer oxidé hydraté qui lui donne une teinte foncée. La structure en est confusément schisteuse. Les fossiles qu'on y trouve se rapportent de la manière la plus évidente au *Terebratulites speciosus* de Schlotheim (Leonhard's Taschenbuch, VII, 1. Pl. 2. f. 9), ou *Delthyris macroptera* de Goldfuss, espèce qu'on retrouve également dans les grès de la Schalke. Cette circonstance vient donc à l'appui de la conjecture émise plus haut sur l'âge des grès de la Table.

Des cristaux isolés de préhnite, de quartz prase et de quartz hyalin, ont été rapportés des environs de Clan-William. Il est peu probable que ces cristaux proviennent des grès de la montagne du Cèdre; et l'examen d'un bel échantillon de préhnite, recueilli dans le pays de Beaufort, au nord de la ville du Cap, jette quelque lumière sur leur gisement primitif. En effet, la gangue, au milieu de laquelle la préhnite de Beaufort formait une druse, et dont l'échantillon porte encore un fragment, appartient à cette roche d'apparences si diverses que l'on confondait jadis avec le grünstein, mais où l'amphibole est remplacé par le pyroxène, et qu'on désigne aujourd'hui sous le nom de *diabase*. Il est donc probable que la préhnite et le quartz prase de Clan-William proviennent également de diabases qui se seront fait jour à la montagne du Cèdre à travers les couches du terrain de transition.

Pays de Namaaqua.

Dans le pays de Namaaqua, au pied des montagnes des Khamies, situées au nord, mais dans le prolongement de celles du Cèdre, Barrow annonce (*Travels*, I, page 385) avoir trouvé de gros blocs de préhnite. Il regarde d'ailleurs ces montagnes comme granitiques, et ajoute qu'on y rencontre des filons de quartz et des gîtes de malachite; mais il peut avoir pris du diabase pour du granite, avec lequel cette roche présente souvent quelque analogie. Son erreur semble d'autant plus probable que, pour ne point parler de la préhnite dont il fait mention, le minerai de cuivre forme dans plusieurs localités, et notamment au Harz, des filons intercalés dans des terrains de diabase.

Le territoire qu'arrosent la rivière du Sondag et celle du Bosjesman, dans la partie orientale de la colonie du Cap, a fourni une riche collection de fossiles appartenant, les uns à la période secondaire, les autres à la période tertiaire.

Terrains secondaires du Sondag.

Les premiers ont été trouvés dans une marne sableuse, d'un vert foncé tirant sur le vert olive, faisant une vive effervescence avec les acides, mais laissant un fort dépôt de sable mélangé de petits grains verts. Cette roche paraît devoir être rapportée aux marnes qu'on trouve en plusieurs points à la partie inférieure du terrain de craie, notamment sur la lisière septentrionale du Harz. La nature des fossiles qu'elle renferme met hors de doute la justesse de cette assimilation. En effet, entre autres genres, on y trouve : l'*Hamites*, coquille caractéristique du grès vert, et notamment une belle espèce analogue à l'*Hamites intermedius* Sow. ou *Hamites funatus* Brongn.; une grande *Ammonite*, qui n'appartient à aucune espèce connue,

mais qui se rapproche de l'*Ammonites armatus* Sow.; une *Trigonie* remarquable par sa forme et sa grandeur, qui rappelle, par sa gibbosité, la *Trigonia clavellata* et la *Trigonia dædalea* Park., mais qui s'en distingue par sa grande longueur; le *Lyriodon hertzogii* de Goldfuss; une *Venus* qui ressemble à la *Venus caperata* Sow. trouvée en Angleterre dans la formation du grès vert. Les fossiles compris dans l'énumération précédente proviennent des bords de la rivière du Sondag, à 8 lieues d'Enon.

Terrains tertiaires du Bosjesman.

Entre Enon et Uitenhage, près de la rivière du Bosjesman, on trouve les valves d'une *huître* qui a de l'analogie avec l'*Ostrea longirostris* Lamk. On les rencontre sur des plateaux élevés de 700 à 800 pieds au-dessus du lit de la rivière, à 8 lieues environ des bords de l'Océan. Elles sont assez abondantes pour qu'on puisse en faire de la chaux. L'*Ostrea longirostris* est une coquille fort répandue sur le globe. On en trouve des variétés analogues à celle de l'Afrique méridionale, en France, notamment aux environs de Paris, en Allemagne, en Bavière, etc. Elle semble caractériser les sables marneux supérieurs de la période tertiaire. Dans la localité dont il est question, elle accompagne un calcaire décrit dans le *Gœttingische gelehrte Anzeigen* de 1833 (page 2052), et un conglomérat siliceux à ciment ferrugineux, qui vraisemblablement est inférieur à ce calcaire.

NOTE

Sur la production des usines à argent et de l'atelier d'amalgamation, de Saxe, pendant l'année 1837;

Communiquée par M. CH. KERSTEN DE FREIBERG.

D'après l'annuaire publié par l'école des mines de Freiberg pour l'année 1838, on a traité, en 1837, dans les usines royales et dans l'atelier d'amalgamation :

185.706 $\frac{1}{4}$ q^x. 8 $\frac{7}{8}$ liv. de minerais et de crasses (1),

Savoir :

1° Par la fusion. 114.390 $\frac{1}{4}$ q^x. $\frac{3}{8}$ liv.

α) 103.849 $\frac{5}{8}$ q^x. 7 $\frac{7}{8}$ liv. dans les usines de Freiberg.

β) 10.540 $\frac{1}{2}$ q^x. 6 $\frac{1}{4}$ liv. dans l'usine dite Antonshütte, près de Schwarzenberg.

2° Par l'amalgamation. 71.396 q^x. 8 $\frac{1}{2}$ liv.

La teneur moyenne, y compris les *remedia*, était, par quintal :

4^{loths},785, y compris } les pyrites de fer.
5^{loths},828, non compris }

Savoir :

α) Aux usines de Freiberg,

4^{loths},426, y compris } les pyrites de fer.
5^{loths},516, non compris }

β) A l'usine dite Antonshütte,

5^{loths},751, y compris } les pyrites.
5^{loths},929, non compris }

(1) Le quintal est celui de Leipsick = 49$^{kil.}$,75886. Le marc est la demi-livre, la livre étant la centième partie du quintal. Il se subdivise en 16 loths, le loth en 4 quentchen, et le quentchen en 4 pfennings.

La teneur moyenne des minerais amalgamés était de:

$6^{loths},952$.

La production de ces minerais et des autres produits a été

a) *En argent :*

65.771 marcs 3 loths.

1° Par la fusion. 35.363 marcs 13 loths 1 quent. 3 pf.

Savoir :

α) 31.826 marcs 11 loths 3 quent., dans les usines de Freiberg, y compris 376 marcs 7 loths 1 quent. dans le cuivre noir qui est envoyé à l'usine de Grünthal pour la liquation.

β) 3.537 marcs 1 loth 2 quent. 3 pf. dans l'usine dite Antonshütte.

2° Par l'amalgamation. 30.407 marcs 5 loths 2 quent. 1 pf.

b) *En autres métaux et produits mis en vente:*

α) Dans les usines de Freiberg:

382 $\frac{1}{4}$ qx 11 liv. de cuivre pur renfermé dans le cuivre noir.

8.439 » 11 liv. de produits plombeux,

Savoir :

106 qx.		liv.	de plomb d'essai.
2.129 »		»	de plomb marchand.
1.930 »	56	»	de plomb pour la fabrication du plomb de chasse.
34 »		»	de litharge rouge.
155 »		»	de litharge jaune.
4.019 »		»	de litharge noire.
65 »		»	de litharge à raffiner.

β) Dans la fabrique de plomb de chasse:

1.521 $\frac{7}{8}$ qx. de plomb de chasse.

γ) Dans l'usine pour le traitement des lessives d'amalgamation :

1.700 scheffels de sel pour engrais (1).
486 qx. sulfate de soude cristallisé.
57 ¾ » sulfate de soude calciné.
24 ½ » sulf. impur, extrait de l'eau mère.

Pour obtenir ces produits, on a consommé,

1° Dans tous les travaux de fusion :
463 1/12 schragen de bois tendre (2).
1.237 wagen 2 korbs de charbon tendre (3).
160.168 scheffels de coke.
9.855 » de houille et de lignite.
579 wagen 5 korbs de tourbe.

2°. Dans l'atelier d'amalgamation :
30 qx. 3 ½ liv. de mercure.
7.891 » » de sel marin.
79 » » de galets de fer.
26 schragen de bois tendre.
21.254 scheffels de houille.
130 wagen 10 korbs de charbon tendre.
95 » 5 » de tourbe.

Dans les fabriques de *smalt*, on a fabriqué, en 1837 :

8.028 ¾ qx. de divers produits, savoir : de smalt, de zaffer, d'oxide de cobalt, etc.

Et on a vendu :

8.013 qx de ces produits pour la somme de 225.945 écus, environ 800.000 francs.

---

(1) 1 scheffel = 0,100769 mèt. cub.
(2) 1 schrageu = 6,945912.
(3) 1 wagen = 12 korbs = 3m.c.,601584.

En outre on a obtenu :

86 $\frac{7}{16}$ q^x de cobalt-speiss.
519 liv. de bismuth.

Dans l'atelier d'amalgamation de *cobalt-speiss* à Oberschlemer, près de Schneeberg, on a traité, en 1837 :

1.220 q^x. 56 liv. de cobalt-speiss grillé, avec un contenu moyen de 6 loths par quintal, ou en tout : 457 marcs 7 loths 1 $\frac{1}{2}$ quent.

On en a extrait :

438 marcs 8 loths d'argent brut, ou
416 » 1 » 12 $\frac{1}{2}$ grains d'argent fin.

En outre on a obtenu dans le même travail,

92 q^x. d'arsenic.
1.157 q^x. de résidu d'amalgamation (d'oxide de nickel impur).

NOTICE

Sur le prix de l'abattage de la roche ;

Par M. DE HENNEZEL, ingénieur des mines.

Conditions générales de la question.

Le prix de l'abattage de la roche, dans les travaux de mines, est subordonné à trois conditions principales :

1° La facilité du travail, laquelle dépend de la nature du terrain et de celle de l'ouvrage à pratiquer ;

2° Les matières employées ;

3° Le salaire de la journée du mineur.

Chacune de ces conditions est complexe.

Dans la nature du terrain, considérée sous le rapport de l'exploitation, on doit surtout distinguer la dureté, la structure et la texture, et ces trois circonstances admettent une infinité de degrés et de modifications. D'une manière absolue, on considère le terrain comme dur ou comme tendre, selon qu'il exige l'emploi de la poudre, ou que l'abattage se fait seulement au pic et au coin. Dans le premier cas, la dureté est mesurée par la difficulté que l'ouvrier éprouve à percer les trous de mine. La structure et la texture influent non-seulement par la manière dont sont associées les différentes roches dont le terrain se compose, et par les joints naturels qu'il présente, mais encore par la cohésion plus ou moins grande des parties d'une même roche, cohésion qui est indépendante de la dureté (1). Ces circonstances,

(1) Les mineurs expriment très-bien la différence à établir entre la dureté et la cohésion, par ces locutions qui

relatives à la nature du terrain, jointes à l'altérabilité des roches exposées à l'air, déterminent le plus ou moins de solidité de l'ouvrage, et, par suite, les cas où il faut recourir à des moyens artificiels de soutènement.

Dans la nature de l'ouvrage, il y a à examiner : 1° sa direction absolue (ascendante, horizontale, etc.); 2° sa direction relative (par rapport à la stratification ou aux joints naturels du terrain); et 3° ses dimensions. L'influence de cette dernière circonstance est très-grande : entre certaines limites, on remarque que, dans les terrains durs et solides, le prix du mètre cube d'excavation est d'autant moins élevé que les dimensions de l'ouvrage sont plus grandes, et qu'au contraire, dans les terrains tendres et ébouleux, le prix du mètre cube augmente avec la grandeur des excavations, à cause de la difficulté du soutènement.

La seconde condition se compose de la consommation et du prix de la poudre, du papier, de l'huile et des outils.

Enfin, le salaire journalier doit être proportionné à l'habileté de l'ouvrier et aux ressources matérielles du pays où il travaille.

L'énumération qui précède ne se rapporte qu'aux conditions générales et essentielles, celles qui entrent toujours dans l'appréciation de la valeur du travail. Il peut exister, en outre, une foule de circonstances spéciales qui influent, dans des cas particuliers, sur la facilité du tra-

---

leur sont familières : *la roche se perce bien, mais casse mal*; ou, *la roche casse bien, mais se perce mal*. On trouve des exemples du premier cas dans certains schistes contournés, et du second, dans la plupart des roches de quartz, des eurites, des pyrites, etc.

vail, et, par suite, sur le prix du mètre cube de roche abattue. Telles sont toutes les circonstances relatives à la circulation de l'air, à la présence de l'eau, etc.

Avec des éléments en si grand nombre, et presque tous si variables et si difficiles à soumettre à une évaluation numérique, il est impossible de parvenir à des règles fixes pour la détermination du prix coûtant des travaux de mine. L'impossibilité même d'établir une formule générale a fait penser qu'il n'est pas sans quelque intérêt de rechercher, pour un terrain donné, de quelle manière la nature de l'ouvrage à pratiquer influe sur le prix du travail, en précisant, autant que possible, toutes les conditions desquelles ce prix dépend.

Mines de Sainbel.

Les documents numériques dont on dispose sont relatifs à des travaux qui ont été pratiqués pendant une partie des années 1837 et 1838, aux mines de cuivre de *Sourcieux* et du *Gervais*, exploitées dans la concession de Sainbel (Rhône). Les travaux de ces deux mines sont maintenant en communication, et forment un seul système d'exploitation.

Aperçu géologique.

Le gisement de la pyrite cuivreuse que l'on y extrait a été plusieurs fois décrit dans des mémoires publiés. Toutefois, les travaux postérieurs à ces publications ont fait connaître diverses circonstances qui sont venues changer entièrement l'opinion que l'on s'était formée de ce gisement. C'est en grande partie à une nouvelle direction imprimée aux travaux d'exploitation et à l'étude du terrain faite par M. Fournet, professeur à la Faculté des Sciences de Lyon, que l'on doit une connaissance plus exacte de ces gîtes : c'est donc

à M. Fournet qu'il appartiendra d'en donner une description complète et détaillée, et l'on se bornera à présenter ici les indications nécessaires pour l'objet dont on s'occupe.

Le terrain dans lequel le dépôt métallifère se trouve compris est un schiste argileux ou phyllade, à feuillets lisses, très-adhérents, entremêlés de quartz schistoïde, et de moyenne dureté. Ce schiste est blanc, luisant, et présente les caractères extérieurs d'un schiste talqueux; mais l'analyse a appris qu'il ne contient pas de magnésie. La pyrite de fer s'y présente, tantôt seule, tantôt accompagnée de pyrite cuivreuse, en veines discontinues dont la plus grande épaisseur dépasse rarement un à deux mètres. Dans la partie la moins récente des travaux, ces veines sont intercalées entre les feuillets du schiste, et c'est ce qui les avait fait considérer comme contemporaines du terrain qui les renferme. Voici maintenant ce que démontre l'exploitation actuelle :

1° Dans une coupe faite de l'est à l'ouest, à travers la principale veine cuprifère, on trouve deux parties inclinées en sens contraire (comme le schiste qui les comprend), et réunies par une partie sensiblement horizontale. Cette partie offre un renflement qui atteint 5 mètres, et c'est elle qui a fourni depuis quelque temps et qui fournit encore la plus forte proportion du minerai extrait. Cette manière d'être du gîte se concilie difficilement avec l'idée d'une formation contemporaine, tandis qu'elle se conçoit très-bien si l'on suppose que l'apparition des pyrites est serait postérieure au terrain schisteux. La portion horizontale alors le résultat d'une fracture à l'endroit où les feuillets ont été le plus fortement pliés.

2° On a reconnu que, bien que les principales veines en exploitation soient discontinues, elles sont liées entre elles par une certaine régularité de position, et quelquefois, soit par des filets très-minces d'argile, soit même par des parties pyriteuses, qui conduisent de l'une à l'autre. Elles se présentent comme des portions d'un seul et même filon, lesquelles auraient éprouvé une suite de rejets, tous produits dans le même sens. Toutefois, ce ne sont pas de véritables rejets, car on a bien observé, dans des travaux latéraux, que le schiste et quelques veinules qu'il comprend n'ont éprouvé aucun déplacement. Cette circonstance vient encore à l'appui de notre hypothèse : la direction suivant laquelle aurait agi la force qui a donné lieu à l'apparition des pyrites, serait un peu différente de celle du schiste, et elle aurait été modifiée dans ses détails par la moindre résistance que le terrain opposait à la rupture, parallèlement à la direction des feuillets.

3° Enfin, une circonstance qui n'est pas sans importance pour la direction des travaux, et surtout pour celle des recherches, c'est que le schiste argileux qui domine dans la contrée est, en général, d'une couleur foncée et terne, qu'il passe, par transition, au schiste blanc, luisant, d'un aspect talqueux, et que ce dernier ne se montre que dans la zone, oblique par rapport aux feuillets, qui comprend les veines pyriteuses. Dans cette zone, qui paraît d'ailleurs en rapport avec la présence, dans le terrain, d'une sorte d'eurite quartzifère, le schiste blanc est presque toujours imprégné de petits grains de pyrite disséminés entre les feuillets.

Nature des travaux.

Les travaux de la mine de Sainbel sont de trois sortes :

1° Travaux de recherches;
2° Travaux d'aménagement;
3° Travaux d'exploitation.

1° Travaux de recherches.

D'après ce qui vient d'être dit du gisement, on conçoit que les recherches aux différents niveaux consistent principalement en galeries à-travers-bancs, dirigées de part et d'autre d'une galerie d'allongement principale. Elles ont surtout pour objet d'atteindre les veinules lenticulaires intercalées irrégulièrement entre les feuillets. Le terrain qu'elles traversent se compose de schiste blanc, quartzeux, de quelques veines de pyrite de fer presque pure, et de veines de pyrite de fer cuprifère. L'abattage de ces roches se fait généralement à la poudre ; il n'y a d'exception que pour quelques parties de peu d'étendue, où des infiltrations d'eau ont ramolli le schiste, ou fait éprouver un commencement de décomposition à la pyrite de fer. Sous le rapport de la facilité du travail, il y a quelque différence selon que le schiste s'incline vers la partie déjà faite de la galerie ou vers son prolongement. Ce dernier cas est, toutes choses égales d'ailleurs, le plus favorable au travail.

Quoique le terrain soit assez dur à entailler, les galeries demandent, en général, à être boisées, parce que le schiste, une fois mis à nu, s'imprègne d'eau, et éprouve une sorte de foisonnement. Le boisage se compose de deux pieds droits, ou *piles*, surmontés d'un chapeau, garnis extérieurement de *piquets* plus ou moins rapprochés, selon la solidité du terrain. Il est très-rare qu'on

soit obligé de placer une semelle transversale sous les pieds-droits d'un cadre.

On emploie, pour les pieds-droits et pour les chapeaux, du bois de pin que l'on achète en rondins écorcés de 13 pieds de longueur : un rondin donne deux piles, ou quatre chapeaux (1). On est dans l'usage de placer les piles la pointe en bas; cette pratique est motivée sur ce que la partie que son contact avec le sol maintient dans un état constant d'humidité, résiste plus longtemps à la pourriture. L'assemblage des piles, avec le chapeau qui les surmonte, est celui que présente la *fig.* 3, *Pl. XX*, du Manuel de Brard. Seulement, on aplanit la face interne de la pile, afin qu'elle soutienne dans toute sa longueur l'épaulement qu'on pratique au chapeau.

Les piquets se font avec des pointes ou de fortes branches de pin de 5 à 6 pouces de diamètre, que l'on dresse sur deux faces opposées, et que l'on refend par le milieu, parallèlement à ces faces. On les achète à raison de 3 fr. 25 c. à 4 fr. la douzaine.

2° Travaux d'aménagement

Les travaux d'aménagement ont pour objet de diviser les filons en massifs rectangulaires; ils consistent donc, en général, en galeries d'allongement pratiquées à différents niveaux, et en puits intérieurs. Dans la partie la plus régulière du gîte, dans celle où les filons sont sensiblement verticaux, la distance entre les galeries d'allongement, ou hauteur des étages, est de 20 mètres;

(1) Pour les prix d'achat, les rondins sont rangés en quatre classes, d'après le diamètre du petit bout. Selon qu'il est de 5, 6, 7 ou 8 pouces, on paye la pièce 2 fr., 2 fr. 75 c., 3 fr. 70 ou 4 fr. 50 c.

elle est moindre et variable dans la partie où les filons sont contournés.

L'abattage de la pyrite, dans les galeries d'allongement, a toujours lieu à la poudre. Le plus souvent la pyrite est fortement soudée au schiste qui la comprend; de plus, les trous de mine sont plus difficiles à percer dans la pyrite que dans le schiste des galeries à-travers-bancs. Cependant, le mètre courant coûte moyennement un peu plus pour celles-ci que pour les galeries d'allongement, parce que la pyrite éclate mieux, et qu'une quantité donnée de poudre y produit plus d'effet que dans le schiste. La différence entre ces deux sortes de travaux est toutefois assez petite pour que, dans le tableau des prix coûtants, on ait cru devoir les réunir.

Le percement des puits intérieurs est soumis à des conditions trop variables, et il figure pour une trop faible proportion dans les documents numériques dont on dispose, pour que l'on puisse établir des valeurs moyennes pour ce genre de travail.

3° Travaux d'exploitation.

Le système d'exploitation des massifs, découpés par le travail préparatoire, est différent selon que le gîte approche davantage d'être vertical ou horizontal.

a. Masses droites.

Lorsque le filon est sensiblement vertical, on exploite chaque massif de bas en haut par une méthode qui diffère peu de l'exploitation *par gradins renversés*. Toute la différence consiste en ce que l'on n'attaque un nouveau gradin qu'après avoir terminé entièrement le gradin immédiatement inférieur; en outre, au lieu de commencer les gradins à l'une des extrémités du massif, on les fait, en général, partir d'un point central, de

manière à y établir deux chantiers qui s'avancent à la fois en sens contraires.

Quand le filon est étroit, et que le terrain latéral est très-solide, le premier gradin d'un massif s'établit immédiatement au-dessus de la galerie inférieure. On commence alors par exhausser cette galerie de 1 mètre ou de 0m,50; puis on la boise à la hauteur qu'elle avait primitivement; on recouvre les bois de quelques déblais, et on commence un gradin auquel on donne 2 mètres de hauteur. Les ouvriers qui prennent l'entreprise de l'exhaussement de la galerie sont en même temps chargés de placer les bois et de les garnir des morceaux stériles qu'ils détachent.

Si le filon est large, ou que le terrain encaissant ne présente pas une solidité suffisante, on conserve, au-dessus de la galerie de roulage, un plafond intact de 1 à 2 mètres d'épaisseur. On perce cette voûte par un petit bure, et, de part et d'autre, on établit une galerie de 2 mètres de haut, que l'on remblaie en partie avant d'en attaquer la tête par des gradins.

Dans le travail en gradins, les mineurs sont tenus de faire un triage après chaque coup de mine, et de rejeter, au moins à 3 mètres en arrière du front de leur chantier, tous les morceaux qui contiennent du minerai. Quant aux parties stériles qui proviennent, soit des parois latérales, soit du filon lui-même, elles restent sur le sol et servent de remblais. Il s'en faut bien que ces remblais suffisent; le plus souvent on est obligé d'en amener des travaux de l'étage supérieur (si l'on est assez près de la galerie supérieure pour qu'on puisse avec avantage pratiquer un bure à travers la voûte restante), ou bien des galeries à-travers-

bancs que l'on pratique à cet effet dans les gradins mêmes, et qui servent quelquefois en même temps de galeries de recherches.

A mesure que l'exploitation s'élève, on ménage, dans les remblais, de petits bures boisés à cadres contigus. Les manœuvres roulent le minerai dans les gradins jusqu'aux bures, par lesquels ils le jettent dans la galerie inférieure, pour le rouler de là aux puits d'extraction. Entre les bures, on établit quelquefois des portes dans cette galerie inférieure, afin de diriger l'aérage dans les gradins.

b. Masses couchées.

Les parties de filon qui n'ont qu'une faible inclinaison s'exploitent par des tailles que l'on pratique ordinairement en avançant de bas en haut, suivant la plus grande pente. Ces tailles ont toujours pour hauteur l'épaisseur du filon, et une largeur de 1^{m},65, déterminée par la longueur des *piquets* employés au boisage. Le boisage est toujours nécessaire, et il est fait par les mineurs mêmes qui ont l'entreprise de l'abattage. Il se compose de piquets appliqués à la tête, dans une direction perpendiculaire à celle de l'avancement de la taille, soutenus à leurs extrémités par des chapeaux qui reposent eux-mêmes sur des *porteurs* ou pieds-droits. Les chapeaux des tailles (que l'on désigne sous le nom de *châles*, du mot allemand *schale*, pièce de revêtement) ont jusqu'à 10 pieds de longueur, lorsque l'inclinaison du filon est assez uniforme, ou que l'on dispose de pièces courbes qui peuvent suivre les inflexions du schiste. Chaque châle sert à la fois pour deux tailles contiguës. A mesure qu'une taille avance, on place à la tête les piquets, dont une extrémité s'engage sur la châle de la taille voisine, et dont

l'autre est maintenue provisoirement par un piquet perpendiculaire au sol. Tous les piquets perpendiculaires sont ensuite remplacés par une châle, sous laquelle on pose quelques porteurs.

Outre l'abattage du minerai et le boisage, les mineurs ont aussi à faire un triage, comme dans le travail en gradins.

Conditions du travail de l'ouvrier.

Tous les travaux auxquels se rapportent les nombres qui seront présentés plus loin, ont été exécutés à l'entreprise. Les mineurs s'associent deux à deux pour prendre à prix-fait le travail d'un atelier. Au commencement de chaque mois, une adjudication est successivement ouverte pour les différents ateliers dont l'indication a été donnée d'avance aux mineurs. Après que les conditions relatives aux dimensions, au boisage, etc., ont été précisées, le prix est proposé par mètre d'avancement du travail à faire; le dernier rabais en fixe le prix définitif.

Les entrepreneurs payent à l'établissement la poudre, le papier et l'huile qu'ils emploient, et sont, en outre, soumis à une retenue pour l'entretien des outils.

Le mode de détermination du prix des entreprises, tel qu'il est établi à Sainbel, présente de grands avantages. L'émulation qu'il excite entre les mineurs abaisse le prix de la main-d'œuvre à sa juste valeur. En même temps, l'intérêt même des ouvriers est une garantie du bon emploi du temps et de l'économie qui préside à la consommation des matières. Sans doute il arrive quelquefois que, pendant l'exécution d'un prix-fait, la facilité du travail varie beaucoup, et que le prix de la main-d'œuvre s'écarte des limites entre lesquelles il devrait rester compris; mais dans un

travail continu, les différences se compensent, et l'on reconnaît bientôt que, pour chaque sorte de travail, il s'établit d'une manière remarquable une valeur moyenne pour la main-d'œuvre.

Prix des matières.

Toutes les matières dont la valeur est retenue aux entrepreneurs de prix-faits leur sont livrées au prix coûtant, qui se compose du prix d'achat augmenté des frais de transport.

Les prix de ces fournitures sont les suivants :

Huile de colza. .	0f.,20	le kilogramme.
Poudre.	2, 10	*Id.*
Papier.	0, 40	la main (8 fr. la rame).

Quant aux outils, ils sont fournis par l'établissement; mais, pour le forgeage et la consommation, chaque ouvrier travaillant à prix-fait supporte une retenue de 4 fr. 65 cent. par mois, au profit du forgeron qui est chargé, à prix-fait, de l'entretien des outils des mineurs. Une note qui fait suite à la présente notice donne quelques détails sur les conditions et sur les résultats de l'entreprise du forgeron.

Salaire journalier.

Presque tous les travaux se faisant à prix-fait, il n'y a, chaque mois, qu'un petit nombre d'ouvriers qui restent à la journée. Leur salaire est établi au taux le plus bas, ce qui, indépendamment de l'économie directe qui en résulte, présente l'avantage de faire préférer aux mineurs le travail à prix-fait, et de produire plus de concurrence lors des adjudications.

Pour les mineurs à la journée, le salaire journalier n'est que de 1 fr. 60 cent. La journée commence à quatre heures du matin et finit à une heure : elle comprend huit heures de travail effectif et une heure de repos. Le prix de cette journée est réellement insuffisant pour des mi-

neurs étrangers à la localité, eu égard aux prix des loyers et des objets de consommation; mais il présente encore quelque avantage aux mineurs du pays, qui ont moins de frais à supporter, et qui ont presque tous quelques terrains à cultiver, ce qu'ils peuvent encore faire après leur journée.

Les mineurs à prix-fait gagnent un salaire journalier plus élevé, comme on le verra plus bas; mais ils travaillent avec beaucoup plus d'ardeur, et ils restent généralement dix à douze heures dans la mine. Lorsque les deux mineurs, associés pour un prix-fait, ne peuvent pas y travailler ensemble, ils font un poste de jour et un poste de nuit.

Documents numériques.

Après avoir exposé les différentes conditions du travail pour les mines de Sainbel, on a réuni, dans le tableau suivant, les frais en matières et en main-d'œuvre de plus de deux cents prix-faits, qui représentent plus de dix mille journées de travail effectif d'un ouvrier, et ont occasionné une dépense de près de 33.000 francs. Pendant toute la période de temps à laquelle les nombres se rapportent, les journées d'absence des ouvriers ont été notées avec soin, ce qui permet d'établir, pour chaque sorte d'ouvrage, la valeur moyenne du salaire journalier, telle qu'elle est résultée des prix d'adjudication, du toisé des prix-faits et des diverses consommations. On a aussi inscrit chaque fois les dimensions des ouvrages, de manière à pouvoir calculer le cube des excavations pratiquées, dont l'ensemble, groupé par nature d'ouvrage, figure à la seconde ligne du tableau.

		I. GALERIES.	II. GRADINS.	III. TAILLES.	IV. TOTAL.
Toisé en mètres courants		m. 670,76	m. 581,64	m. 523,79	m. 1.776,19
Cube des excavations pratiquées		m.c. 1.402,60	m.c. 1.582,00	m.c. 1.369,40	m.c. 4.354,00
Nombre des journées employées (travail effectif)		j. 4.484	j. 3.433	j. 2.594	j. 10.511
Retenues faites aux ouvriers pour les fournitures	Poudre	f. c. 1.883,75	f. c. 1.538,40	f. c. 769,90	f. c. 4.192,05
	Papier	78,00	64,40	35,00	177,40
	Huile	643,40	521,40	376,80	1.541,60
	Outils	834,05	638,55	482,40	1.955,00
Main-d'œuvre		8.620,55	9.652,35	6.816,90	25.089,80
	Total	12.059,75	12.415,10	8.481,00	32.955,85

Pour chacune des colonnes de ce tableau, on a calculé les valeurs moyennes relatives à 1 mètre d'avancement, à 1 mètre cube d'excavation et au travail d'une journée de mineur. Afin de présenter les résultats sous une forme qui les rende plus facilement comparables pour d'autres localités, on a déterminé, pour chaque valeur moyenne des matières consommées, la quantité qu'elle exprime. L'unité est le kilogramme pour la poudre et l'huile, et la main pour le papier. — En regard de la main-d'œuvre, on a inscrit le nombre des journées qui ont été moyennement employées pour chaque sorte d'ouvrage.

	VALEURS MOYENNES POUR					
	un mètre courant.		un mètre cube.		une journée de mineur.	
I. *Galeries.*	(1 m. c^{t}. = 2m.c.,09.)					
		f. c.		f. c.		f. c.
Poudre. . . .	1,33	2,80	0,64	1,34	0,20	0,42
Papier.	0,30	0,12	0,15	0,06	0,05	0,02
Huile.	0,80	0,96	0,38	0,46	0,12	0,14
Outils.	»	1,25	»	0,59	»	0,19
Main-d'œuvre.	6j.,69	12,85	3j.,20	6,15	»	1,92
Total. . .		17,98		8,60		2,69
II. *Gradins.*	(1 m. c^{t}. = 2m.c.,72.)					
Poudre. . . .	1,26	2,65	0,46	0,97	0,21	0,45
Papier.	0,28	0,11	0,10	0,04	0,05	0,02
Huile.	0,75	0,90	0,28	0,33	0,13	0,15
Outils.	»	1,10	»	0,41	»	0,19
Main-d'œuvre.	5j.,90	16,59	2j.,17	6,10	»	2,81
Total. . .		21,35		7,85		3,62
III. *Tailles.*	(1 m. c^{t}. = 2m.c.,61.)					
Poudre. . . .	0,70	1,47	0,27	0,56	0,14	0,30
Papier.	0,18	0,07	0,08	0,03	0,03	0,01
Huile.	0,60	0,72	0,23	0,27	0,12	0,14
Outils.	»	0,92	»	0,35	»	0,19
Main d'œuvre.	4j.,95	13,01	1j.,89	4,98	»	2,63
Total. . .		16,19		6,19		3,27
IV. *Ensemble des travaux.*	(1 m. c^{t}. = 2m.c.,45.)					
Poudre. . . .	1,12	2,36	0,46	0,96	0,19	0,40
Papier. . . .	0 25	0,10	0,10	0,04	0,05	0,02
Huile.	0,72	0,86	0,30	0,36	0,125	0,15
Outils.	»	1,10	»	0,45	»	0,19
Main-d'œuvre.	5j.,92	14.13	2j.,41	5,76	»	2,38
Total. . .		18,55		7,57		3,14

Si l'on considère d'abord les résultats qui ressortent de l'ensemble des travaux, on remarque que :

1° Chaque ouvrier brûle moyennement dans sa journée $0^{kil.},19$ de poudre, ce qui est à peu près la quantité employée pour trois cartouches dans des trous de mine de 15 à 18 pouces.

2° Il a fallu une main de papier pour $4\frac{1}{2}$ kil. de poudre, tant pour former les cartouches, que pour sécher les trous et faire le premier bouchon (les canettes sont fournies aux ouvriers).

3° Un mineur a brûlé par jour un peu plus de $0^{kil.},125 = \frac{1}{8}$ de kil. d'huile.

4° L'entretien des outils d'un mineur (forgeage et consommation) figure pour 19 cent. par jour; il est, en réalité, de $4^{f.},65$ par mois, et de $\frac{4,65}{25} = 0^{f.},186$ par journée de travail.

5° L'ouvrier travaillant à prix-fait a moyennement gagné $2^{f.},38$ par jour.

6° L'importance relative des éléments dont se compose le prix de revient du travail peut se représenter par les nombres suivants (qui résultent de la colonne IV du premier tableau) :

Poudre.	127
Papier.	6
Huile.	47
Outils.	59
Main-d'œuvre. . .	761
	1.000

En sorte que la main-d'œuvre a formé à peu près les trois quarts, et la consommation en poudre le huitième de la dépense totale (1).

(1) M. d'Aubuisson a publié, dans le tome 17 du *Journal des mines*, un mémoire sur le prix de l'exploitation

La comparaison des résultats relatifs aux différentes sortes de travaux donne lieu à quelques nouvelles observations :

7° On conclut du premier tableau que le produit d'une journée de travail a été,

Pour les	galeries,	gradins,	tailles,	travaux de toute espèce.
En mètres courants de.	0,15	0,17	0,20	0,17
En mètres cubes de. . .	0,31	0,46	0,53	0,41

8° Les dimensions moyennes des travaux exécutés se déduisent du rapport entre le nombre des mètres courants et des mètres cubes indiqués.

Pour les galeries, 1 mètre d'avancement représente $2^{m.c.}$,09 d'excavation. Les dimensions ordinaires sont de 2 mètres de hauteur sur une largeur moyenne de 1 mètre, en sorte que 1 mètre courant produit, en général, 2 mètres cubes. La moyenne excède un peu ce dernier nombre, parce que quelques-unes des galeries pratiquées, destinées à fournir des remblais, avaient $1^{m.}$,30 de largeur.

Les gradins présentent moyennement $2^{m.c.}$,72

---

de la roche dans les mines de la Saxe. En prenant la moyenne des neuf premiers exemples de ce mémoire, et portant la poudre au prix de Sainbel, on trouve que le mètre cube de travail en galerie a coûté :

	fr. c.	Importance relative.
Poudre $2^{k.}$,07 à $2^{f.}$,10.	4,35	.206
Outils (forgeage et consommation).	3,94	187
Main-d'œuvre.	12,80	607
Total.	21,09	1.000

La différence entre ces nombres et ceux qui se rapportent au travail à Sainbel, s'explique par cette double circonstance que, dans cette dernière localité, la roche est moins dure et le salaire journalier plus élevé.

par mètre d'avancement; en prenant 2 mètres pour la hauteur des gradins, ils ont donc une largeur moyenne de 1$^{m.}$,36.

Dans les tailles, 1 mètre d'avancement correspond à 2$^{m.c.}$,61 d'excavation; et, comme elles ont une largeur constante de 1$^{m.}$,65, on voit que la hauteur moyenne a été de 1$^{m.}$,58.

9° Le salaire journalier est le plus faible pour les galeries (1$^{f.}$,92), et le plus élevé pour les gradins (2$^{f.}$,81). Le premier travail est, en effet, le plus facile; les tailles exigent déjà des mineurs plus habiles à cause du boisage; et le travail en gradins mérite un salaire plus fort, parce que l'ouvrier y est plus exposé, qu'il travaille dans une position plus incommode, et qu'en outre, c'est principalement pour ce genre d'ouvrage que l'avancement dépend de l'entente avec laquelle l'ouvrier place et dirige ses coups de mine (1). La concurrence, aux adjudications, se porte surtout sur les travaux les plus faciles, et tend à en abaisser le prix; c'est donc encore un des avantages qui découlent de l'adjudication des prix-faits, que de proportionner le salaire des mineurs à ce qu'il serait le plus juste de leur payer si on les faisait travailler à la journée.

10° Sous le rapport de l'économie, le travail en tailles est celui qui offre le plus d'avantage. En le comparant au travail en galerie, on voit que, tandis que le cube correspondant à 1 mètre cou-

(1) On a eu bien souvent l'occasion d'observer combien le produit du travail journalier est différent selon que l'ouvrier est plus ou moins exercé à profiter des faces dépouillées et des joints naturels, et à donner aux trous de mine les positions qui fassent produire un maximum d'effet à la poudre.

rant croît dans le rapport de 2,09 à 2,61, ou de 100 à 125, le prix de l'abattage du mètre cube décroît dans le rapport de 8,60 à 6,19, ou de 139 à 100. Une différence aussi notable ne tient pas seulement à ce que la poudre agit avec beaucoup plus de force dans un espace moins resserré et sur des portions de roche mieux dépouillées, mais aussi à cette circonstance particulière qu'en général, dans les parties couchées des filons, la pyrite se détache assez facilement du schiste qui lui sert de toit. De la réunion de ces circonstances il résulte que la valeur de la poudre et du papier consommés est réduite dans le rapport de 1,40 à 0,59, et qu'une diminution de près de moitié ($\frac{189}{320}$) sur le temps employé, amène une économie sur l'huile, sur l'entretien des outils et même sur la main-d'œuvre, quoique le salaire journalier soit beaucoup plus fort.

Si l'on compare maintenant le travail en tailles au travail en gradins, il semble d'abord que le cube correspondant à un mètre d'avancement étant encore plus grand pour ceux-ci que pour les tailles, il doit en résulter un moindre prix pour l'abattage d'un mètre cube. Mais trop de circonstances défavorables empêchent qu'il n'en soit ainsi; indépendamment de celles, déjà signalées, qui donnent lieu à un salaire plus élevé, celle qui est si favorable au travail en tailles (la présence du schiste à la tête) n'existe plus.

Enfin, il reste en outre à apprécier un dernier élément de comparaison : la somme des surfaces par lesquelles le parallélipipède à abattre adhère au terrain qui le comprend. Des six faces de ce volume, deux sont dépouillées pour les tailles (la face antérieure et une face latérale), deux pour

les gradins (antérieure et inférieure), une seule pour les galeries (antérieure). Si l'on appelle s la somme des autres faces, v le volume, L la longueur dans le sens de l'avancement, l la largeur et h la hauteur, on a :

$$\text{Tailles.} \ldots \quad s = 2Ll + Lh + lh.$$
$$\text{Gradins} \ldots \quad s = Ll + 2Lh + lh.$$
$$\text{Galeries} \ldots \quad s = 2Ll + 2Lh + lh.$$

On a d'ailleurs, pour les trois cas, $v = Llh$, et de là :

$$\text{Tailles.} \ldots \frac{s}{v} = \frac{2l+h}{lh} + \frac{1}{L};$$
$$\text{Gradins.} \ldots \frac{s}{v} = \frac{l+2h}{lh} + \frac{1}{L};$$
$$\text{Galeries.} \ldots \frac{s}{v} = \frac{2(l+h)}{lh} + \frac{1}{L}.$$

Ces expressions montrent d'abord que, pour chaque sorte d'ouvrage, l et h étant donnés, le rapport $\frac{s}{v}$ des surfaces adhérentes au volume correspondant décroît à mesure que l'avancement L est plus grand ; ce que l'on pouvait prévoir en remarquant que la face postérieure reste constante quel que soit L.

De plus, à mesure que L augmente, $\frac{s}{v}$ décroît d'autant plus vite que le premier terme est plus petit et influe moins sur la valeur totale. Or, en substituant les valeurs moyennes de l et de h trouvées plus haut, on a :

$$\text{Tailles.} \ldots \begin{Bmatrix} l = 1{,}65 \\ h = 1{,}58 \end{Bmatrix} \ldots \frac{s}{v} = 1{,}87 + \frac{1}{L},$$
$$\text{Gradins.} \ldots \begin{Bmatrix} l = 1{,}36 \\ h = 2{,}00 \end{Bmatrix} \ldots \frac{s}{v} = 1{,}97 + \frac{1}{L},$$

Galeries. . . $\begin{cases} l = 1{,}00 \\ h = 2{,}00 \end{cases}$ . . . $\frac{s}{v} = 3{,}00 + \frac{1}{L}$.

On voit donc que, sous ce point de vue, les tailles offrent un peu plus d'avantage que les gradins et ceux-ci beaucoup plus que les galeries.

On peut poser la question d'une manière plus générale, et chercher pour un volume donné de chaque sorte d'ouvrage quelles sont les dimensions qui rendent la somme s des surfaces adhérentes un minimum.

Pour les tailles. . . $s = 2Ll + Lh + lh.$
$v = Llh.$

D'où, par l'élimination de L :

$$s = \frac{2v}{h} + \frac{v}{l} + lh.$$

Les équations de condition, relatives au minimum de s, sont donc :

$$\frac{ds}{dh} = -\frac{2v}{h^2} + l = 0,$$
$$\frac{ds}{dl} = -\frac{v}{l^2} + h = 0,$$

et, en y joignant l'expression du volume, on en tire pour le minimum de s :

$$L = l = \frac{h}{2} = \frac{1}{2}\sqrt[3]{4v}; \; s = 3\sqrt[3]{2v^2}.$$

Un calcul analogue donne pour :

Les gradins. . $L = \frac{l}{2} = h = \frac{1}{2}\sqrt[3]{4v}$; $s = 3\sqrt[3]{2v^2}$.

Les galeries. . $L = \frac{l}{2} = \frac{h}{2} = \frac{1}{2}\sqrt[3]{2v}$; $s = 3\sqrt[3]{4v^2}$.

Il résulte de là que, pour le minimum de s, il faut dans les trois cas que le volume à abattre ait la forme de la moitié d'un cube géo-

métrique. Les bases carrées de ce demi-cube doivent être les deux faces opposées adhérentes pour les deux premiers cas : la face supérieure et la face inférieure pour les tailles, et les deux faces latérales pour les gradins. Pour les galeries, le demi-cube doit être placé de telle sorte que l'une des bases carrées soit la face postérieure, ou, en d'autres termes, que la section transversale de la galerie soit un carré.

Lorsque ces conditions sont satisfaites, la somme s est la même pour les tailles et pour les gradins, et elle est plus grande pour les galeries dans le rapport de $\sqrt[3]{2}$ à 1 ou de 126 à 100.

En se reportant maintenant aux dimensions des ouvrages de Sainbel, on reconnaît qu'elles sont loin de satisfaire aux conditions relatives au minimum de s ; on a, en effet :

Pour les tailles. . $\frac{l}{h} = \frac{1,65}{1,58} = 1,04$, au lieu de $\frac{l}{h} = 0,50$;

Pour les gradins. $\frac{h}{l} = \frac{2,00}{1,36} = 1,47$, au lieu de $\frac{h}{l} = 0,50$;

Pour les galeries. $\frac{h}{l} = \frac{2,00}{1,00} = 2,00$, au lieu de $\frac{h}{l} = 1,00$.

C'est pour les gradins que les dimensions moyennes s'écartent le plus de celles qui correspondent au minimum des surfaces adhérentes. Pour les tailles et les galeries, elles s'en éloignent à peu près dans le même rapport; mais ce qui donne l'avantage aux tailles et même aux gradins sur les galeries, c'est que la valeur absolue de s est encore beaucoup plus grande pour les galeries où il y a une face adhérente de plus que dans les deux autres ouvrages.

Les considérations qui viennent d'être présentées sur la somme des surfaces adhérentes conduisent aussi à des résultats qui sont parfaitement en rapport avec les différences reconnues pour le prix de l'abattage d'un mètre cube de roche dans les trois sortes d'ouvrages.

Note sur l'entretien des outils des mineurs à Sainbel.

A Sainbel, chaque mineur reçoit de l'établissement vingt fleurets (savoir : huit fleurets simples de 10 à 11 lignes de tranchant pour les roches de moyenne dureté, et, pour les roches très-dures, huit fleurets dits *forstechers* (1) dont le tranchant n'a que 8 à 9 lignes pour préparer les trous, et quatre bonnets carrés pour les agrandir et les aléser), un marteau, une curette, une épinglette, un bouroir, deux pics et un coin. Il y a, en outre, une masse par chantier de deux ouvriers et quelques bouroirs à terre grasse pour toute la mine.

L'entretien de la plus grande partie de ces outils est donné à prix-fait à un forgeron, à raison de 4fr.,65 par mois et par mineur, aux conditions suivantes :

Le forgeron est tenu d'entretenir constamment en bon état les fleurets et les bouroirs, et d'en maintenir l'assortiment au même poids. — Il doit aussi reforger et aciérer les pointes des pics, y ajuster des manches et faire les petites réparations aux épinglettes, aux curettes et aux coins (l'aciérage des masses et des marteaux, et le rem-

---

(1) Du mot allemand *vorstechen*, percer en avant.

placement des pics cassés et des coins devenus trop courts, ne sont pas compris dans l'entreprise et sont faits par un forgeron payé à la journée). Les mineurs à prix-fait qui ont une entreprise de boisage payent le montant intégral de l'abonnement. — Pour les mineurs à la journée, employés quelque temps comme boiseurs, l'abonnement payé par l'établissement est réduit, pour ce temps, au taux de 1 fr. par mois. — Le forgeron doit employer du fer martiné, pour les fleurets de 11 lignes et pour les bonnets carrés; il peut employer du fer laminé pour les forstechers. — L'aciérage de tous les fleurets doit se faire avec de l'acier d'Allemagne; l'acier de Rives ne doit servir que pour les pics et pour les coins. — Le fer laminé, l'acier et la houille nécessaires au forgeron lui sont livrés au prix coûtant; le fer martiné est préalablement forgé à huit pans, et lui est alors fourni au prix coûtant augmenté du dixième de ce prix.

Cela posé, voici quels ont été les résultats de l'entreprise pendant 18 mois.

L'abonnement payé, tant par les entrepreneurs de prix-faits que par l'établissement, pour les mineurs employés à la journée, a produit :

	fr. c.
1° Pour 12.852 journées de mineur. . . .	2.368,10
2° Pour 1.208 journées de boiseur. . . .	48,60
L'ensemble du poids des outils avait éprouvé une augmentation de poids dont il a été tenu compte au forgeron, comme il suit :	
44$^{kil.}$,2 à 67 fr. les 100 kil.	29,60
Total.	2.446,30

il lui a été retenu :

Pour kil.		fr. c.	
299,8 de fer martiné, à 8 pans, à.	75f. p. 0/0k.	224,85	866f,95c
218,6 fer rond, à. . . .	67	146,45	
91,0 acier d'Allemagne, à.	170	154,70	
48,0 acier de Rives, à .	100	48,00	
9.765,0 houille maréchale de Rive-de-Gier, à . . .	3	292,95	
Il reste, salaire du forgeron pour 18 mois. . . .			1.579,35
Salaire moyen par mois.			87,74

Sur cette somme le forgeron a dû souvent payer un aide pour faire agir le soufflet, et il lui est resté moyennement 75 fr. par mois ou 3 fr. par jour.

Les 18 mois de travail du forgeron se sont composés de 453 jours de travail effectif qui ont exigé 9.765 kil. de houille; par conséquent la forge a consommé moyennement 21 kil.,6 de houille par journée de travail.

Si l'on suppose que l'entretien des outils d'un boiseur occasionne le cinquième de la dépense qu'exigent ceux d'un mineur, on pourra remplacer les 1.208 journées de boiseur par 242 journées de mineur, et l'on aura en tout 13.094 journées ou 424 mois de travail d'un mineur. On trouvera alors que chaque mineur a occasionné par mois, à la forge, la dépense suivante :

1k.,22 de fer.	0f.,88c.
0, 33 d'acier.	0, 48
23, 00 de houille.	0, 69
Main-d'œuvre du forgeron. . .	2, 60
Total.	4f.,56c.

ANALYSE ÉLÉMENTAIRE

De quelques bitumes minéraux;

Par M. EBELMEN, Ingénieur des mines.

Les analyses de bitumes minéraux dont je vais donner les résultats, ont été faites en employant les procédés que M. Regnault a suivis pour déterminer la composition des différentes espèces de combustibles minéraux, et qu'il a décrits dans son mémoire inséré au tome XII des *Annales des mines*. Ainsi, dans l'opération qui sert à doser l'hydrogène et le carbone, le fond du tube à combustion était occupé par une quantité de chlorate de potasse fondu, suffisante pour produire l'oxygène nécessaire à la réoxidation du cuivre réduit, à la combustion des dernières parcelles de carbone, et pour chasser complétement à la fin de l'opération l'eau et l'acide carbonique dans les appareils de condensation. Le tube à combustion était préalablement desséché dans le vide à une température de 100° environ, à l'aide de la petite pompe pneumatique de M. Gay-Lussac.

L'azote a été déterminé par le procédé de M. Dumas, en remplaçant toutefois le carbonate de plomb par le bicarbonate de soude.

1° *Bitume de Bastennes.*

Le bitume de Bastennes a été examiné déjà par M. Berthier, qui a fait connaître ses principales propriétés et la richesse du minerai qui le

produit (*Annales des mines*, tome XIII, p. 610). La matière dont j'ai fait l'analyse immédiate est ce qu'on appelle la graisse qui est extraite du minerai par la macération dans l'eau bouillante. Le bitume ainsi purifié est d'un noir pur, son odeur est assez forte. Il est déjà très-mou à la température ordinaire et s'attache aux corps sur lesquels il est placé. Sa densité à la température de 12° est de 1,131. Chauffé pendant une heure dans le vide à 130°, il n'a perdu que 0,002 de son poids.

Analyse. — Cendres. 1gr.,242 de bitume ont donné 0,105 de cendres blanches, ne faisant pas effervescence avec les acides.

Hydrogène et carbone. I. 0,357 ont donné 0,281 d'eau et 1gr.,013 d'acide carbonique.

II. 0,328 ont donné 0,262 d'eau; l'acide carbonique a été perdu.

On déduit de là pour la composition du bitume :

	I.	II.	Moyenne.
Hydrogène. . . .	8,75	8,85	8,80
Carbone.	78,50	»	78,50
Oxygène et azote.	4,30	»	4,25
Cendres.	8,45	»	8,45
	100,00		100,00

Azote. 0,880 ont donné 12cc.,5 de gaz à la température de 16° et sous la pression barométrique de 0,759. Le gaz n'a pas rougi par le mélange avec quelques bulles d'air.

En faisant les corrections relatives à la température, à la pression et à l'état hygrométrique, on trouve pour le volume du gaz supposé sec, et ramené à zéro et à la pression de 0m,760. 11cc.,6

En poids p. 100. 1,65

On aura donc pour la composition du bitume :

Hydrogène	8,80
Carbone	78,50
Oxygène	2,60
Azote	1,65
Cendres	8,45
	100,00

Ou en déduisant les cendres :

Hydrogène	9,58
Carbone	85,74
Oxygène	2,88
Azote	1,80
	100,00

Analyse immédiate. Un morceau de bitume pesant 6$^{gr.}$,72 a donné par calcination brusque dans un creuset de platine 1$^{gr.}$,50 de coke très-boursouflé, d'où l'on déduit :

Matières volatiles	77,7
Charbon	13,9
Cendres	8,4
	100,0

Ou en déduisant les cendres :

Matières volatiles	84,8
Charbon	15,2
	100,0

2° *Bitume de Pont-du-Château* (Auvergne).

Le gisement du bitume de Pont-du-Château ne m'est pas connu, mais il est probable qu'il appartient au terrain tertiaire, et qu'il se trouve en rapport avec des coulées basaltiques, comme on l'observe au Puy de la Poix, près de Clermont. Les échantillons de minerai que j'ai exa-

minés renferment tous la même espèce de bitume, mais leur richesse est très-variable, ainsi que la nature de la matière pierreuse qui en forme la gangue. Quelquefois le bitume se présente presque tout à fait pur à la surface d'une roche verdâtre qui ne renferme pas elle-même de bitume, et qui éclate avec violence quand on l'expose à l'action du feu. C'est ce bitume presque pur que j'ai soumis à l'analyse. Il est solide à la température ordinaire, mais il se ramollit déjà dans la main, et fond complétement à une température très-peu élevée. Sa cassure est conchoïde et d'un beau noir. On peut le pulvériser grossièrement, mais il n'est pas possible de le porphyriser, et sa poussière, qui est d'un brun noir, s'agglomère spontanément. J'ai trouvé sa densité de 1,068 à la température de 12°. Il se dissout en partie dans l'éther et presque complétement dans l'essence de térébenthine. Jeté sur un feu bien allumé, il brûle en pétillant et en lançant des étincelles de tous côtés. Chauffé avec précaution dans un tube à une température de 110 à 120°, il se boursouffle beaucoup et laisse dégager une proportion considérable d'eau qui conserve, quoiqu'à un faible degré, l'odeur propre au bitume lui-même. C'est au dégagement de cette eau qu'il convient d'attribuer la faculté que possède le bitume de décrépiter par l'action d'une chaleur brusque.

1gr.,885 de bitume exposé pendant deux heures à la température de 160° dans un bain d'huile ont perdu 0gr.,382 d'eau ou p. 100 20,26.

Cette eau paraît être intimement mélangée avec le bitume. Elle s'en sépare en partie seulement dans le vide froid, lorsque la matière se trouve réduite en poudre grossière.

Toutes les analyses ont été faites sur le bitume dépouillé d'eau en le tenant en fusion dans une cornue en verre, plongée dans un bain d'huile, maintenu pendant deux heures à la température de 150 à 170° C.

Cendres. 1gr.,068 de bitume desséché, ont donné 0,019 de cendres un peu rougeâtres, ne faisant pas effervescence avec les acides.

Hydrogène et carbone. I. 0,326 ont donné 0,280 d'eau et 0,896 d'acide carbonique.

II. 0,348 ont donné 0,292 d'eau et 0,960 d'acide carbonique.

Ces nombres donnent pour la composition du bitume :

	I.	II.	Moyenne.
Hydrogène. . . .	9,52	9,30	9,41
Carbone.	75,99	76,27	76,13
Oxygène et azote.	12,69	12,63	12,66
Cendres.	1,80	1,80	1,80
	100,00	100,00	100,00

Azote. Trois expériences ont été faites pour déterminer la proportion d'azote.

1° La première, faite sur 0gr.,873 de bitume, a donné 17cc.,5 de gaz qui n'a pas rougi par l'introduction de quelques bulles d'air. Température 13°, pression 0,756.

Volume du gaz sec ramené à zéro et à 0,760. 16cc.,2

Azote p. 100. 2,34

2° 0,900 de bitume ont donné 17cc.,6 de gaz qui a très-légèrement rougi par l'introduction de quelques bulles d'oxygène, ce qui prouve que la proportion d'azote est un peu trop forte. Température 16°, pression 0,755.

Gaz sec ramené à zéro et à 0,760. . . 16^{cc},2
Azote en poids p. 100. 2,37

3° 0,900 ont produit 18^{cc},2 de gaz à la température de 16° et sous la pression de 0,760. Ce gaz n'a pas rougi par le mélange de quelques bulles d'air.

Gaz sec ramené à zéro et à 0,760. . . 16^{cc},8
Azote en poids p. 100. 2,36

La moyenne de ces trois analyses donne pour la proportion d'azote en poids p. 0/0. . . 2,32

La composition définitive du bitume sera donc :

Hydrogène.	9,41
Carbone.	76,13
Oxygène.	10,34
Azote.	2,32
Cendres.	1,80
	100,00

Ou en déduisant les cendres :

Hydrogène.	9,58
Carbone.	77,52
Oxygène.	10,53
Azote.	2,37
	100,00

Analyse immédiate. 5 grammes du bitume desséché ont donné par calcination au creuset de platine 0,40 de coke très-boursouflé, d'où l'on tire pour l'analyse immédiate :

Matières volatiles. . .	92,0
Charbon.	6,2
Cendres.	1,8
	100,0

Ou en déduisant les cendres :

Matières volatiles. . .	93,7
Charbon.	6,3
	100,0

Les autres variétés de minerai de Pont-du-Château, dans lesquelles se trouve engagée la matière bitumineuse, sont :

1° Un minerai à cassure conchoïde, d'un brun terne, traversé par de nombreuses veines d'un bitume brillant à peu près pur. Il se ramollit à une température peu élevée, et se fond complétement à 100°. Il laisse par calcination et grillage 43 p. 100 d'un résidu argileux un peu rougeâtre, ne faisant pas effervescence avec les acides.

2° Un grès formé de gros grains de quartz et de feldspath. Chauffé lentement dans une capsule de platine, il se ramollit et s'agglutine à une température peu élevée. Mis en digestion avec l'eau bouillante, il abandonne une certaine quantité de bitume qui vient nager à la surface du liquide. Il perd par calcination et grillage 12 p. 100 environ de son poids.

3° *Bitume des Abruzzes.*

Ce bitume provient des environs de Naples. Il m'a été remis par M. Durocher, élève ingénieur des mines. Il est solide, très-fragile, à cassure conchoïde et luisante comme celle du jayet. Sa poussière est d'un brun presque noir. Il possède une odeur assez analogue à celle du bitume de Pont-du-Château, mais elle est beaucoup plus faible. L'éther l'attaque à peine, mais il se dissout en grande partie dans l'essence de térébenthine. J'ai trouvé sa densité égale à 1,175 à 13°. Il commence à se ramollir à 100° et fond complétement vers 140° sans qu'il s'en dégage sensiblement de vapeur d'eau.

Avant de l'analyser, j'ai desséché le bitume bien porphyrisé dans le vide sec à une température de 50 à 60°.

Cendres. 0gr.,935 de bitume ont donné 0,048 de cendres qui se dissolvent en partie dans les acides avec effervescence.

Hydrogène et carbone. I. 0,gr.,310 ont donné 0,220 d'eau et 0,872 d'acide carbonique.

II. 0gr.,339 ont donné 0,240 d'eau et 0,951 d'acide carbonique.

On tire de là pour la composition du bitume :

	I	II.	Moyenne.
Hydrogène. . . .	7,87	7,85	7,86
Carbone.	77,71	77,57	77,64
Oxygène et azote.	9,29	9,45	9,37
Cendres.	5,13	5,13	5,13
	100,00	100,00	100,00

Azote, 1° 0gr.,857 ont donné 7cc. de gaz à la température de 16° et sous la pression de 0,755; le gaz n'a pas rougi par l'introduction de quelques bulles d'air.

Volume du gaz sec ramené à zéro et à 0,760. . . . . 6cc.,50

Azote en poids pour 100. . . . . 0 ,97

2° 0gr.,832 ont donné 7cc.,5 de gaz qui n'a pas rougi non plus par le mélange avec l'air. Température 14°, pression 0,755.

Volume du gaz sec ramené à zéro et à la pression de 0,760. . . . . 7cc.,00

Azote en poids pour 100. 1,06

Moyenne des deux expériences, azote. . 1,02

En réunissant tous ces résultats, on obtient pour la composition du bitume de Naples :

Hydrogène.	7,86
Carbone.	77,64
Oxygène.	8,35
Azote.	1,02
Cendres.	5,13
	100,00

Ou en déduisant les cendres :

Hydrogène.	8,28
Carbone.	81,83
Oxygène.	8,83
Azote.	1,06
	100,00

Analyse immédiate. 5 grammes calcinés au creuset de platine ont donné 1gr.,55 d'un coke très-brillant et très-léger, d'où l'on tire pour l'analyse immédiate :

Matières volatiles. . . .	69
Charbon.	26
Cendres.	5
	100

Ou en déduisant les cendres :

Matières volatiles. . .	72,7
Charbon.	27,3
	100,0

Le bitume de Naples forme évidemment le passage entre les bitumes très-fusibles et les lignites bitumineux. Le lignite bitumineux d'Ellebogen a fourni à M. Regnault :

Hydrogène. . .	7,85
Carbone.	77,64
Oxygène.	12,65
Azote.	1,86
	100,00

Composition qui se rapproche déjà beaucoup de celle du bitume de Naples.

4° *Bitume de Pontnavey.*

Ce bitume se trouve disséminé dans un calcaire schisteux qu'on rencontre en très-grandes masses dans plusieurs communes des environs de Belley, et qui fait partie de la sous-division du second étage jurassique connu sous le nom de terrain à Chailles. M. Berthier, qui l'a déjà examiné et qui a fait connaître ses principales propriétés (*Annales des mines*, tome XIII, page 209), a bien voulu me remettre une certaine quantité de bitume en poudre extrait par l'acide muriatique, pour en faire l'analyse élémentaire. Ainsi préparé, le bitume est en poudre d'un brun pâle, très-légère, qui répand, lorsqu'elle est un peu chauffée, une odeur forte et désagréable. Il est assez difficile de le dépouiller entièrement de son eau hygrométrique, et je n'y suis parvenu qu'en le maintenant pendant plusieurs heures dans le vide sec, à une température voisine de 100°. Chauffé brusquement, ce bitume se décompose sans se fondre, et laisse un charbon fritté et sans consistance dont le volume est le même que celui du bitume employé.

Cendres. 1$^{gr.}$,378 ont donné 0,218 de cendres blanches argileuses.

Hydrogène et carbone. I. 0$^{gr.}$,348 ont donné 0,192 d'eau et 0,696 d'acide carbonique.

II. 0,366 ont produit 0,204 d'eau et 0,737 d'acide carbonique.

On déduit de là :

	I.	II.	Moyenne.
Hydrogène. . . .	6,12	6,18	6,15
Carbone.	55,30	55,67	55,48
Oxygène et azote.	22,75	22,32	22,54
Cendres.	15,83	15,83	15,83
	100,00	100,00	100,00

Dans une troisième analyse faite sur la même matière, le tube à combustion n'a pas été desséché dans le vide, et l'on n'a pas employé de chlorate de potasse. Voici les résultats de cette analyse :

0gr.,289 ont donné 0,167 d'eau et 0,567 d'acide carbonique :

D'où l'on déduit :

Hydrogène.	6,41
Carbone.	54,25
Oxygène et azote. .	23,51
Cendres.	15,83
	100,00

En comparant ce résultat avec ceux précédemment obtenus, on voit qu'il a dû rester dans le tube à combustion une quantité notable de charbon, et qu'ainsi, l'emploi du chlorate de potasse est à peu près indispensable pour arriver dans tous les cas analogues à une combustion complète.

Azote. 0,895 de bitume ont donné 8cc.,6 de gaz qui a très-légèrement rougi quand on y a introduit quelques bulles de gaz oxygène. Température 14°, pression 0,755.

Volume du gaz ramené à zéro et à 0,760. 8cc.,00
Azote en poids pour 100. 1,12

On aura donc pour la composition du bitume :

Hydrogène.	6,15
Carbone	55,48
Oxygène.	21,42
Azote.	1,12
Cendres.	15,83
	100,00

Ou en déduisant les cendres :

Hydrogène.	7,31
Carbone.	65,92
Oxygène.	25,44
Azote.	1,33
	100,00

Cette analyse présente quelque incertitude, en raison de la proportion considérable de cendres argileuses que renferme le bitume et qui auront abandonné, pendant la combustion, toute leur eau de combinaison. En supposant que la proportion d'eau combinée à l'argile soit les $\frac{12}{100}$ du poids de l'argile calcinée, on aurait pour la composition du bitume (déduction faite de l'argile) :

Hydrogène.	5,94	7,22
Carbone.	55,48	67,43
Oxygène.	19,73	23,98
Azote.	1,12	1,37
Argile hydratée. . .	17,73	
	100,00	100,00

Analyse immédiate. D'après M. Berthier, le bitume de Pontnavey donne à l'analyse immédiate :

Charbon.	15	18
Argile.	16	0
Matières volatiles.	69	82
	100	100

Le tableau suivant renferme les résultats de toutes les analyses précédentes, ainsi que celles du bitume de Cuba et du lignite d'Ellebogen, par M. Regnault, et celle du bitume de Bechelbrun faite par M. Boussingault.

		Densité.	Composition, déduction faite des cendres.				COKE à la distillation (déduction faite des cendres).	1000 AT. DE CARBONE sont unis avec atomes.		
			Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.		Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Bitumes mous à la température ordinaire.	Bechelbrun (M. Boussingault).	....	87,00	11,20	Ox. et az. 1,80		....	1587	16	
	Bastennes.	1,131	85,74	9.58	2,88	1,80	15,2	1370	25	18
Fusibles au-dessous de 100°.	Cuba (M. Regnault).	1,063	81,46	9,57	8,97		9	1438	84	
	Pont-du-Château.	1,068	77,52	9,58	10,53	2,37	6,3	1513	104	26
Fusible à 130°.	Naples.	1,175	81,83	8,28	8,83	1,06	27,3	1249	82	11
Infusible.	Pontnavey.	....	67,43	7,22	23,98	1,37	18,0	1317	272	18
Lignite bitumineux.	Ellebogen (M. Regnault).	1,157	77,04	7,85	12,65	1,86	27,4	1238	125	21

Dans les analyses qui précèdent, partout où l'azote n'a pas été dosé, j'ai compté pour la détermination du nombre d'atomes, l'oxygène et l'azote comme de l'oxygène pur.

On peut déduire de l'examen du tableau les conséquences suivantes :

1° Le bitume de Bechelbrun renferme une proportion d'hydrogène beaucoup plus considérable que tous les autres. Il contient 1 ½ centième d'hydrogène de plus que le bitume de Bastennes, avec lequel il paraît cependant avoir d'assez grands rapports.

2° En passant des bitumes mous à la température ordinaire (Bastennes) à ceux qui sont complétement fusibles au-dessous de 100°, on voit que, la proportion de carbone restant la même, l'oxygène et l'hydrogène augmentent tous les deux et à très-peu près dans les proportions qui constituent l'eau. Ainsi on aura, en comparant les deux bitumes de Bastennes et de Pont-du-Château :

Bastennes. . . .	1.000 at. carb.	1.320 hydr.	25 (H^2O).
Pont-du-Château.	1.000	1.308	104 (H^2O).

Si le bitume de Cuba renfermait 1,80 d'azote p. 100, comme celui de Bastennes, sa composition se représenterait par

1.000 at. carb. 1.304 hydr. 67 (H^2O).

La quantité de coke que laisse chacun de ces trois bitumes à la distillation est d'autant moindre qu'ils renferment une plus grande proportion d'hydrogène et d'oxygène, ainsi qu'on pouvait s'y attendre.

3° La composition des bitumes de Naples et de Pontnavey montre de quelle manière s'opère la transition des bitumes aux autres combus-

tibles minéraux. Ainsi le bitume de Naples se rapproche beaucoup du lignite bitumineux d'Ellebogen, et on voit par le tableau qu'il n'en diffère que par une moindre proportion d'oxygène. D'un autre côté, le bitume de Pontnavey renferme déjà une proportion considérable d'oxygène, ce qui le rapproche des lignites secs et des tourbes.

4° La proportion d'azote contenue dans les bitumes qui ont été examinés paraît varier à peu près entre les mêmes limites que dans les autres combustibles minéraux.

NOTICE

Sur l'usine de l'Horme, près de Saint-Chamond (Loire);

Par M. SENTIS, Élève-Ingénieur des mines.

Dans des mémoires insérés dans la 2e série des *Annales des Mines*, M. Berthier, après avoir fait connaître la composition des scories, que l'on obtient soit en traitant le minerai de fer par la méthode catalane, soit en affinant la fonte dans des foyers de forge ou au fourneau à réverbère suivant la méthode anglaise, a fait voir le parti très-avantageux que l'on pourrait tirer de ces scories en les employant comme *minerais* dans les hauts-fourneaux, et a indiqué différentes substances comme fondants. Cependant, et bien qu'il y a déjà longtemps on ait fondu des scories de forge au haut-fourneau dans quelques usines de Savoie, et que nous ayons vu plusieurs maîtres de forges de Saône-et-Loire en mêler avec leurs minerais, la quantité de ces scories introduite dans le haut-fourneau n'avait pas encore été portée à une fraction un peu élevée de la charge; et d'ailleurs, on avait trouvé qu'une assez faible addition de scories d'affinage suffisait pour donner toujours une fonte très-blanche. Mais, dans son usine de l'Horme, près de Saint-Chamond, M. Ardaillon a persévéré dans des essais dont il a compris toute l'importance : il a réussi à élever le poids des scories ajoutées jusqu'au delà du quart du poids de la charge, tout en obtenant une assez bonne fonte grise de moulage, et cela, en

arrivant par l'expérience à une combinaison des matières semblable à celles recommandées dans les mémoires que nous avons cités. Ainsi, la pratique est venue donner une sanction complète aux résultats prévus au moyen de considérations théoriques et d'expériences de laboratoire; et c'est là un des exemples qui montrent combien il est fâcheux que la métallurgie du fer n'ait pas cherché depuis longtemps l'appui des connaissances chimiques et des expériences en petit.

Outre les scories d'affinage de la fonte, on emploie, à l'usine de l'Horme, divers minerais apportés de différentes localités. Pour nous former alors une idée nette de l'influence réciproque de ces minerais et des scories, il est nécessaire de connaître les circonstances du traitement : nous entrerons donc d'abord, sur l'usine, dans quelques détails que nous devons à l'obligeance de M. Liétard, directeur des hauts-fourneaux, et à celle de M. Ardaillon lui-même.

Nature des minerais.

On distingue, à l'usine de l'Horme, les minerais suivants :

Minerai de la Tour.

On trouve ce minerai en amas dans le micaschiste, à la limite du terrain houiller de Saint-Etienne. Il remplit toutes les fentes du micaschiste, et se prolonge même dans les conglomérats qui forment la base du terrain houiller. Il présente donc le caractère d'une infiltration aqueuse postérieure. On l'exploite à ciel ouvert.

Minerai de Villebois.

C'est un minerai de fer hydraté en grains cimentés par du calcaire. Il forme plusieurs petites couches à la limite des marnes du lias et du calcaire jurassique inférieur dans la montagne du Bujet.

Minerai de Bourgogne.

C'est aussi un minerai de fer hydraté en grains; mais les grains sont plus gros que les précédents. Ce minerai nous a paru assez mal lavé.

Minerai du pays.

C'est un minerai carbonaté, compacte et grisâtre, que l'on grille avant de le jeter dans le haut-fourneau. Il renferme des petites bandes de houille.

Nature de la castine.

La castine employée au haut-fourneau de l'Horme provient de Villebois. Elle constitue l'étage oolitique inférieur.

Grillage.

On distingue trois fours de grillage; l'un d'eux sert à faire de la chaux que l'on mêle avec les scories. Ces fours sont construits comme les fours à chaux à cuisson permanente. Voici leurs dimensions :

	mèt.
Hauteur.	3,00
Diamètre au gueulard. . . .	2,50
Diamètre au bas.	1,00

Depuis le gueulard, le diamètre va toujours en se rétrécissant jusqu'à la sortie. Il y a six portes de déchargement, trois à la partie inférieure, trois immédiatement supérieures à celles-ci. Chaque four peut griller 7 à 8 tonnes de minerai par jour. La consommation en houille menue est $\frac{1}{20}$ en poids.

Des hauts-fourneaux.

Les dimensions des hauts-fourneaux sont les suivantes :

	mèt.
Hauteur totale.	14,00
Hauteur de l'ouvrage.	2,20
Hauteur des étalages.	2,50
Reste de la cuve.	9,30
Diamètre au ventre.	3,60
Diamètre au gueulard.	1,50

	mèt.
Longueur du creuset et avant-creuset. .	1,75
Largeur à la hauteur des tuyères . . .	0,60
Hauteur des tuyères au-dessus du fond.	0,42
Diamètre des buses.	0,067=30 lig.

La chemise est en briques réfractaires venant de Rive-de-Gier, et faites en terre du Teil. Elles se vendent 18 fr. le 100 quand elles ont 9 pouces de longueur et au-dessous. La sole est en grès du lias du Charollais.

Machine soufflante.

Cette machine peut souffler les deux hauts-fourneaux, deux mazeries et quatre cubilots. La pression du vent est $0^m,07$ au régulateur, et probablement $0^m,06$ aux buses. Le diamètre du cylindre soufflant est de $1^m,828$, ou 72 pouces, et la course du piston, de $2^m,305$. Le nombre des coups de piston doubles est de 14 à 15 par minute. Le régulateur à eau consiste en une caisse en fonte renversée de 8 mètres de longueur sur $3^m,35$ de largeur, et 3 mètres de profondeur. La machine soufflante est mue par une machine à vapeur de la force de 70 chevaux. Le diamètre du cylindre à vapeur a 38 pouces anglais $= 0^m,965$. La course du piston est de 5 pieds.

Appareil pour le chauffage de l'air.

On a employé à l'usine, pour chauffer l'air, un appareil du genre de celui de M. Cabrol, simplifié par M. Lebrun-Virlois, ancien élève de Saint-Étienne.

A chaque tuyère correspond un simple cubilot en plaques de tôle, revêtu intérieurement de briques réfractaires. Ce cubilot a 5 pieds de hauteur sur 3 pieds de diamètre. Une porte, hermétiquement fermée pendant que l'appareil marche, sert à retirer de temps à autre du cubilot les cendres du combustible. L'air pénètre dans le cubilot par un

tuyau, et en sort par un autre. Un troisième petit tuyau servant de tuyère amène une portion de l'air froid au milieu du coke qui remplit la partie inférieure du cubilot, et active ainsi la combustion. A la base supérieure du cubilot est une trémie en fonte dont le bord supérieur est dressé de manière à ce qu'elle puisse être fermée hermétiquement au moyen d'une porte à charnière. Au bas de la trémie est une seconde trappe s'ouvrant de haut en bas, et pouvant être manœuvrée du dehors au moyen d'un levier coudé. Dans l'état ordinaire des choses, les deux trappes sont fermées, et ne permettent pas à l'air de sortir. Quand on veut charger du coke, on ouvre la porte supérieure, on remplit la trémie de combustible, on referme cette porte, puis on ouvre instantanément la porte inférieure. Si ces deux portes ferment bien, et si l'enlèvement des cendres ne cause pas de fréquentes interruptions dans l'alimentation, il est certain que cet appareil présente des avantages sous le rapport des frais d'entretien. On peut varier la température de l'air chaud en faisant varier la quantité de vent projetée dans le cubilot par la tuyère. Cependant on emploie maintenant à l'usine l'appareil Calder. Les cylindres sont un peu elliptiques ainsi qu'à Terre-Noire.

Marche actuelle des hauts-fourneaux.

La charge est de 250 kilogrammes. Elle se compose de neuf conches de minerai comme il suit (une conche pèse à peu près 25 kilogrammes) :

2 conches de minerai en grains de Bourgogne.
2 *id.* de minerai de Villebois.
1 *id.* de minerai du pays.
1 *id.* de minerai de la Tour.
1 *id.* de scories d'affinage en morceaux.
2 *id.* de scories d'affinage mélangées avec de la chaux.

On ajoute 3 couches de castine et 200$^{kil.}$ de coke.

Nous voyons jeter dans le haut-fourneau, comme nous l'avons dit, des scories d'affinage qui proviennent de la forge de Lorrette, et aussi de la finerie établie dans l'usine de l'Horme pour le compte de la forge de Saint-Chamond. Ces scories passent sous deux états dans le fourneau : en morceaux de la grosseur d'un œuf ou en poudre, et mêlées alors à une certaine quantité de chaux. Voici comment se fait ce mélange, assez grossier du reste.

Sur une aire on étend une couche de scories pilées (5 brouettées); sur cette couche, on étale 5 brouettées de chaux vive qu'on éteint avec un peu d'eau. Le tout est recouvert par 7 brouettées de scories pilées. On mélange le tout à la pelle, en assaisonnant la matière de 15 seaux d'eau. On a ainsi une masse que l'on jette par portions dans le fourneau sans la faire sécher. La quantité de chaux est, en poids, $\frac{1}{5}$ de celle des scories. L'appareil employé pour écraser les scories ne se trouve pas au haut-fourneau même : M. Ardaillon achète les scories pilées à divers individus qui se procurent les scories dans les forges. M. Ardaillon les paye, rendues à l'usine, 1 fr. les 100 kilogr. On admet que les frais du broiement s'élèvent à peu près à 0^{f},40 les 100 kilogr.; les forges vendent les scories non pilées à raison de 0^{f},40 : cependant, à l'usine de Lorrette on nous a dit ne les vendre que 0^{f},15. Dans le premier cas, il ne reste pour le bénéfice de l'opération et le transport, qui est toutefois très-court, que 0^{f},20. On brise les scories au moyen d'une roue verticale en fonte ayant près de 2 mètres de diamètre et 0^{m},35 à 0^{m},40 de largeur. Elle est semblable à

celle que l'on emploie à Terre-Noire pour écraser le quartz employé dans la fabrication des briques réfractaires. On peut, en vingt-quatre heures, écraser environ 8.000 kilogr. de scories. On les écrase froides et sans les étonner; elles sont d'ailleurs très-cassantes. La roue est mise en mouvement par une roue hydraulique et par l'intermédiaire d'un arbre vertical. Dans d'autres localités, au lieu d'une roue cylindrique verticale, on emploie une pierre conique qui se meut aussi autour de son axe et autour d'un arbre vertical.

On passe le plus ordinairement 25 charges en douze heures. On travaille d'ailleurs avec très-peu de vent. Ainsi, des trois tuyères, deux seulement servent habituellement. La quantité d'air lancée dans le fourneau en 1′ est de 51 mètres cubes sous la pression ordinaire de $0^m,76$. Avec une quantité de vent plus considérable, la fonte devient blanche. Quant aux scories, on n'est point arrivé de suite à en introduire une aussi grande quantité dans les fourneaux. On a d'abord élevé le poids des scories au $\frac{1}{8}$ de la charge; on obtint une fonte qui donna du mauvais fer. Mais on prenait à la fois des scories de réchauffage, de mazéage et de puddlage. La fonte était affinée dans les forges de la Loire, et une portion des scories d'affinage repassait au haut-fourneau de l'Horme. Plus tard, les conditions de l'usine ont changé : les fontes ont été moins employées dans les forges de la Loire, et l'on a fait marcher les hauts-fourneaux en fonte de moulage : on a continué cependant à employer les scories d'affinage probablement alors moins impures, et on a réussi à élever la proportion du mélange à $\frac{1}{4}$, ou 25 pour o/o de la

charge, tout en obtenant une fonte qui se moule bien. Elle est chaude et un peu phosphoreuse.

Une heureuse conduite du travail, dans un haut-fourneau, doit satisfaire à ces deux conditions essentielles, savoir : que le laitier ne renferme qu'une quantité très-faible d'oxide de fer en combinaison, et, de plus, que le métal et le laitier acquièrent une grande liquidité en se séparant l'un de l'autre aussi complétement que possible. L'habileté du maître de forges doit alors consister à parvenir à ce résultat en modifiant les circonstances, soit dans des vues économiques pour le combustible, etc., soit relativement à la nature, à la pureté de la fonte. Or, dans les hauts-fourneaux de l'Horme, où les deux conditions essentielles d'une bonne fonte sont remplies, nous voyons obtenir une assez bonne fonte grise de moulage avec des minerais qui, à l'essai, ne donnent qu'une fonte blanche de mauvaise qualité, et avec des scories d'affinage dont une petite quantité suffit ordinairement pour donner une fonte très-blanche. Nous n'avons pas cru alors sans importance d'examiner et les minerais et les laitiers, puis de tâcher de reconnaître les réactions qui ont lieu sous les circonstances du traitement, ainsi que celles de ces circonstances auxquelles on peut rapporter l'heureux résultat obtenu.

Toutes les analyses suivantes ont été faites au laboratoire de l'Ecole des mines.

Minerai de Bourgogne.

Analyses des minerais.

Ce minerai se compose de grains arrondis de grosseur variable. On aperçoit dans leur cassure plusieurs points noirs d'oxyde de manganèse. Leur

poussière est d'un jaune brunâtre. L'acide acétique ne l'attaque pas. L'acide muriatique le dissout facilement ; mais on n'a pas remarqué une odeur de chlore bien sensible. On a recherché, au moyen du nitrate de potasse, si le minerai ne renfermait pas quelques traces de chrôme, ainsi qu'on l'a signalé pour les minerais de fer de la Haute-Saône; mais on n'en a pas trouvé.

Le minerai est composé comme il suit :

Perte au feu.	0,102
Peroxide de fer. . . .	0,307
Argile.	0,564
Alumine soluble. . .	0,021
	0,994

Essai par voie sèche.

On a soumis à l'essai :

	gr.
10 gram. minerai cru = min. calciné. . . .	8,98
3g,6 carbonate de chaux = chaux.	2,03
Total des matières fixes. . . .	11 01

		gr.		
On a obtenu. . . .	fonte.	2,11	total.	0,08
	scorie.	7,97		
Fondant ajouté.		2,03	xyg	0,93
Matières vitrifiables.		5,94		
Matières insolubles dans l'acide muriatique.		5,40		
Matières solubles.		0,54		

La scorie était émailleuse, opaque, peu homogène dans sa couleur.

La fonte était blanche, lamelleuse; elle s'est cassée facilement sous le marteau sans s'aplatir.

La fusion n'a pas été parfaite, et on a obtenu un assez grand nombre de grenailles.

Minerai de Villebois.

Il est composé de petits grains arrondis empâtés dans du calcaire.

Sa composition est la suivante, d'après M. Berthier :

Eau.	0,12
Peroxide de fer.	0,34
Argile.	0,34
Carbonate de chaux. . . .	0,18
Acide phosphorique. . . .	0,002
	0,982

On en a fait l'essai par voie sèche, sans addition ; les matières ont assez bien fondu.

18 gram. de minerai cru = min. calciné. . . .				8,00 gr.
Ont donné. . . .	fonte.	2,35 gr.	total. .	6,88
	scorie.	4,53		
			Oxygène. .	1,12

La scorie était vitreuse, grise et homogène; la fonte était blanche, et s'est cassée assez facilement sous le marteau.

Minerai de la Tour.

Ce minerai perd, par calcination. . .	0,11
Il laisse dans l'acide muriatique. . . .	0,304

On a fait l'essai sans addition : il a bien réussi.

10 gram. de minerai cru = min. calciné. . . .				8,88 gr.
Ont donné.	fonte.	4,03 gr.	total. .	7,43
	scorie.	3,40		
			Perte. . .	1,45

La fonte était blanche, se cassait facilement et sans changer de forme.

La scorie était vitreuse et légèrement bulleuse. Elle était d'un vert noirâtre, et pénétrée d'un assez grand nombre de grenailles de fonte.

La perte, 1,45, ne représente pas seulement l'oxygène combiné avec le fer dans le minerai, car le mica qui forme la gangue n'est pas, comme l'on sait, une matière fixe. D'après cela, on voit qu'une portion du fer doit se trouver à l'état d'oxide magnétique.

Scories d'affinage.

Les scories employées présentent l'aspect ordinaire des scories d'affinage. Elles ne sont pas très-pures, car l'acide muriatique a donné un dégagement d'hydrogène sulfuré. L'analyse a donné :

Silice.	0,310
Protoxide de fer. . . .	0,680
Oxide de manganèse. .	0,007
Alumine.	0,01
	1,007

On a fait l'essai des scories en morceaux et du mélange.

10 gram. de scories (en morceaux). . . . =				10 gr.
Et 1 gram. de carbonate de chaux = chaux. .				0,56
				10,56
Ont donné. . . .	fonte.	5,32 gr.	total. .	9,01
	scorie.	3,69		
				1,55

La scorie était compacte, opaque, sans indices de cristallisation, d'un noir grisâtre assez homogène.

La fonte formait un culot et quelques gre-

pailles. Elle était blanche, assez difficile à limer, et se cassant facilement sans changer de forme. La face en contact avec la scorie présentait 3 lignes de stries, 2 perpendiculaires entre elles, et une autre suivant la diagonale du rectangle.

20 gram. de scories mélangées avec de la chaux. = 20 gr.

Ont donné. . . .	fonte.	8,55 gr.	total..	16,84
	scorie.	8,29		
		Différence. . .		3,16

Cette différence ne représente pas seulement la perte en oxygène, mais, en outre, celle de l'acide carbonique, qu'une portion de la chaux a attiré.

La scorie était bien vitreuse, opaque et légèrement bulleuse, d'un vert clair grisâtre homogène. La fonte formait un gros culot irisé sur la face en contact avec la scorie. Elle s'est cassée facilement sans changer de forme, et était difficile à limer.

Laitiers. Le bon laitier est compacte, d'un gris légèrement bleuâtre; sa poussière est grisâtre. Il est facilement attaquable par l'acide muriatique, en donnant une odeur très-forte d'hydrogène sulfuré. Il est composé comme il suit :

Silice.	0,484
Chaux.	0,404
Alumine.	0,060
Protoxide de fer.	0,010
Oxide de manganèse. . .	0,006
	0,964

Cela posé, en examinant la composition des bons laitiers du fourneau de l'Horme, et celle des scories d'affinage passées dans ce fourneau,

on voit qu'il n'y a pas de chaux dans ces dernières, et que la proportion de l'alumine y est trop faible par rapport à celle de la silice, pour qu'il puisse en résulter des laitiers bien fluides. Il résulte évidemment de cette circonstance que les matières propres à être mêlées aux scories comme fondants, doivent être des matières contenant beaucoup de chaux et une quantité moindre d'alumine.

Maintenant, nous avons trouvé que le minerai en grains est un mélange d'hydrate de fer et d'argile. Cette argile analysée a donné 30 p. 0/0 d'alumine, proportion considérable. Ce minerai est donc de la nature de ceux que les maîtres de forges appellent *mines froides*, que l'on ne peut fondre avantageusement qu'en les mêlant avec un minerai très-siliceux. Les scories de forges sont précisément dans ce cas. Ces deux matières peuvent donc se servir réciproquement de fondant, en ajoutant toutefois à leur mélange une proportion convenable de castine ordinaire. Remarquons d'ailleurs que ce minerai étant manganésifère, la fusion des matières se trouve encore favorisée.

Quant au minerai houiller, comme il est exempt de gangue quartzeuse, il peut aussi très-bien aller avec les scories de forges.

Enfin, le minerai de la Tour, à gangue micacée, fond de lui-même, et il en est de même du minerai de Villebois.

C'est ainsi que, par des essais répétés, on est parvenu à trouver une combinaison conforme à celle qu'indiquent les réactions chimiques. Il est évident toutefois que, dans l'emploi des scories, il y a un choix à faire. Ainsi, on sait que le phosphore se sépare principalement des fontes dans les feux de finerie, pour se concentrer dans les sco-

ries à l'état d'acide phosphorique. De pareilles scories devront donc être évitées toutes les fois que la fonte qu'elles pourront produire sera destinée à être affinée.

Si l'on nous demande maintenant à quelle cause nous rapportons les bons résultats obtenus, nous n'hésitons pas à la trouver principalement dans l'emploi de l'air chaud. L'avantage qui en résulte peut être reconnu de différentes manières. En effet, avec l'air chaud, la température est élevée dans le creuset, et, par suite, il est permis d'augmenter la quantité de chaux introduite dans le fourneau, sans cesser d'avoir une bonne fusion des matières. Or, en général, il y a avantage à introduire dans les fourneaux la plus forte proportion de chaux qu'ils peuvent admettre; car, bien que l'analyse nous ait montré que cette terre ne retient pas d'acide phosphorique dans le laitier, fait qui est d'ailleurs général, ainsi que l'a prouvé récemment M. Berthier, la chaux tend à enlever le soufre pour former du sulfure de calcium : aussi le laitier analysé a-t-il donné une très-forte odeur d'hydrogène sulfuré en le traitant par l'acide muriatique.

En outre, on sait qu'avec l'air chaud la fonte se charge d'une proportion moins grande de carbone, et que, de plus, ce carbone y est en grande partie à l'état de graphite, et non en combinaison, circonstances qui tendent à rendre les fontes plus propres au moulage.

L'emploi de l'air chaud nous paraît utile encore sous ce point de vue, qu'il faut que les scories restent suffisamment longtemps dans la partie supérieure du fourneau, et ne s'y fondent pas de manière à pouvoir atteindre rapidement le creu-

set et se dissoudre aussitôt dans les laitiers avant que l'oxygène ait pu être enlevé au fer. Or, c'est ce que produit l'air chaud : il donne un refroidissement très-sensible dans les parties supérieures du fourneau, refroidissement qui est d'ailleurs la véritable cause de cette économie de combustible que l'emploi de l'air chaud procure.

Si d'ailleurs on a soin de mêler entièrement les scories avec la chaux et le réductif, comme on le fait à l'usine de l'Horme, quoique trop imparfaitement selon nous, la masse doit subir une réduction complète dès qu'avant de parvenir au creuset elle est échauffée au degré de chaleur strictement nécessaire, même pendant un intervalle de temps assez court. Aussi regardons-nous une telle préparation des scories comme une chose très-avantageuse. Il est vrai qu'elle exige une opération mécanique qui nécessite quelques frais; mais la dépense est toujours faible; et d'ailleurs, il peut arriver des circonstances où elle se trouve presque compensée immédiatement. En effet, ces scories sont quelquefois mélangées d'une certaine quantité de fer métallique, et des maîtres de forges prétendent qu'en passant de pareilles scories au haut-fourneau la fonte deviendrait pâteuse, et des *loupes* pourraient se former et embarrasser singulièrement la marche du fourneau. Or, on peut éviter cet inconvénient, s'il existe aussi grand qu'on le dit, en réduisant les scories en poudre au moyen du bocard, et les lavant, comme on le voit faire d'ailleurs dans quelques usines bien dirigées. Cette opération très-simple, qui a l'avantage de donner avec peu de frais du fer pur que l'on peut chauffer immédiatement avec les loupes pour l'étirer en barres,

donnerait en outre les scories pilées et prêtes à être mélangées avec la chaux et le fraisil de coke.

Il résulte de ce que nous avons dit, que des essais déjà faits pour faire passer les scories dans des hauts-fourneaux qui marchaient à l'air froid, demandent à être répétés au moins dans ceux à air chaud. En tous cas, les résultats heureux obtenus à l'usine de l'Horme engageront, il faut l'espérer, les maîtres de forges à employer les scories d'affinage, ne fût-ce que quelques jours avant l'époque où ils ont l'intention de mettre hors.

ANALYSES

De substances minérales.

(TRAVAUX DE 1838.)

1. *Description et évaluation des* MINES DE SOUFRE *de Perticara et de Marazzana, en Romagne, appartenant au comte Jean de Cisterni de Rimini;* par M. François Gaudenzi, ingénieur pontifical (Forli, 15 juin 1837).

Ces mines sont situées dans la montagne par laquelle on gravit les Apennins, au nord de l'Italie centrale, à une distance de 12 milles (le mille est de 1489 mètres) de la ligne générale de leur crête, au couchant et précisément au-dessous du rocher de Perticara, communes de Talamello et de Sainte-Agathe de Fieltre, légation d'Urbain et Pesaro, à 25 milles en ligne droite de la mer Adriatique. Elles se trouvent entre la Marecchia et le Savio, à peu près à égales distances de ces deux rivières. Deux routes y conduisent, l'une par la vallée de la Marecchia; l'autre, par Saint-Arcangelo et Sogliano, suit la crête du contre-fort qui sépare le bassin du Savio de celui de la Marecchia.

Le rocher de Perticara, élevé de 400 à 500 mètres au-dessus du niveau de l'Adriatique, paraît être, ainsi que celui de San-Marino (Saint-Marin, république enclavée dans la province d'Urbain) de formation contemporaine à l'Apennin. Le nom vulgaire de ce rocher, que l'on voit de très-loin, est *Perticaglia*, que l'on fait dériver de *Pars*

Galliæ; c'est là, en effet, que le Rubicon prend sa source.

La veine de minerai de soufre que renferme la concession suit une direction qui forme un angle de 80° avec le méridien astronomique, et elle est divisée en deux parties par le torrent appelé Flanaute : la partie située à droite de ce torrent porte le nom de Perticara, et la partie située à gauche, le nom de Marazzana. La veine a été exploitée à ciel ouvert, sur une longueur de 1305 mètres, et jusqu'à une profondeur de 100 mètres. On ne connaît pas encore toute son étendue. Son inclinaison est variable : en allant du couchant au levant, sur la partie mise à découvert, on reconnaît que la veine est d'abord presque verticale, sur une étendue d'environ 300 mètres; puis elle commence à se plier vers le midi de 65° 30′, terme moyen, sur une longueur de 500 mètres; elle s'affaisse ensuite de plus en plus sous l'angle moyen de 43° 30′, dans une étendue de 165 mètres; et plus loin, vers la partie la plus profonde des travaux, l'angle d'inclinaison se réduit à 30°. A partir de là, et dans l'étendue des 350 mètres restants, la veine commence bientôt à se redresser dans un sens opposé, c'est-à-dire vers le nord, toutefois en conservant quelque temps encore par en haut sa pente dans le premier sens. Son inclinaison moyenne, vers le nord, est de 56°48′. Des travaux exécutés nouvellement ont fait voir qu'à la profondeur de 120 mèt., la veine est presque horizontale dans l'étendue des 160 mètres où on lui avait reconnu une inclinaison de 43°30′ à la profondeur de 100 mètres.

La puissance de la veine de minerai varie de 1m.,20 à 9 mètres, et généralement elle peut être

évaluée à 4 ou 5 mètres. Sa richesse paraît augmenter avec sa puissance.

Dans toute son étendue, cette veine se trouve comprise entre deux roches, appelées *matrices;* à savoir, du gypse d'une part, et de l'autre part une pierre calcaire, dite *marbre.* Cette dernière se retrouve quelquefois dans l'intérieur de la masse du minerai, et y forme comme des îlots de calcaire dits *Marmorone.*

Le gypse, aussi bien que le marbre, sont souvent plissés, tantôt verticalement, tantôt horizontalement, en forme de bourses ou *remises*, et ces remises sont ordinairement riches en soufre. Ce qui paraît tout à fait remarquable, c'est que le marbre et le gypse se trouvent chacun du même côté, le premier au midi et le second au nord; et que quand la veine incline au sud, le gypse est dessus et le marbre dessous; tandis que c'est le contraire, quand la veine incline en sens opposé.

Le minerai est stratifié en feuillets parallèles, plus ou moins épais; de sorte que le ciel des galeries qui sont réservées pour les communications, a l'aspect de voûtes construites en pierre de taille. Les feuillets sont d'autant plus épais, que le minerai est plus riche.

La couche de marbre qui encaisse la veine n'a que très-peu plus d'un mètre d'épaisseur; la couche de gypse est, au contraire, extrêmement épaisse; sur quelques points on lui a trouvé plus de 60 mètres.

Pour extraire le soufre du minerai, on chauffe celui-ci dans un fourneau de forme particulière; la gangue reste dans le fourneau, et le soufre s'en écoule à l'état liquide: on l'appelle *soufre noir.*

Dans cet état on le transporte à Rimini, où on le raffine en le distillant.

La partie actuellement connue de la mine de Perticara renferme :

	mèt. cub.
Minerai de médiocre qualité, contenant 482 liv. de soufre par mètre cube.	56.574
qui pourraient produire 27.268.668 l. de soufre.	
Minerai de bonne qualité, contenant 866 liv. de soufre par mètre cube.	52.532
qui pourraient produire 45.492.712 l. de soufre.	
Minerai de 1re qualité, contenant 950 liv. de soufre par mètre cube.	139.585
qui pourraient produire 132.605.750 l. de soufre.	
Total. . . .	248.691

qui pourraient produire 205.367.130 livres de soufre.

Dans la mine de Marazzana,	mèt. cub.
il y a minerai contenant 866 liv. au mètre cube.	109.876

qui pourraient produire 147.112.616 liv. de soufre.

Le soufre noir de Perticara revient, terme moyen, à 5écus,75 les 1000 livres de Rimini, et celui de Marazzana à 5 écus. Sur la place de Trieste, le soufre raffiné se vend 13écus,38 ; on estime qu'il donne 3écus,82 de bénéfice.

On extrait annuellement 5.008.300 livres de soufre de la mine de Perticara, et 2.134 100 livres de la mine de Marazzana.

Au total. . . . . 7.142.400 livres.

Nota. On a analysé au laboratoire de l'École des mines les deux principales qualités de minerai et le gypse ; on y a trouvé :

	1re qualité.	2e qualité.
Soufre.	0,345	0,193 à 0,220
Carbonate de chaux. . .	0,563	0,722
Carbonate de magnésie. .	0,041	0,037
Sulfate de chaux.	0,011	0,011
Argile et bitume.	0,040	0,037
	1,000	1,000

Ces minerais sont compactes, gris, à structure grenue presque terreuse : ils répandent une odeur fétide sous le frottement. Le soufre y est disséminé en veinules ou en petits amas; par distillation, le soufre se sépare en totalité et se dépose en masse de couleur butyreuse, et le résidu pierreux est d'un gris noir. Quand on traite les minerais par la potasse caustique à froid, il n'y a pas d'action sensible; mais, pour peu que l'on chauffe, tout le soufre se dissout, et on en a très-exactement la proportion, en pesant le résidu après l'avoir bien lavé et fait dessécher.

La roche gypseuse est un mélange de gypse blanc et du même calcaire argilo-bitumineux qui forme l'autre paroi de la couche minérale. On a trouvé dans un échantillon :

Sulfate de chaux.	0,600
Eau combinée.	0,160
Carbonates de chaux et de magnésie.	0,220
Argile et bitume.	0,020
	1,000

Il paraît évident, d'après la description de M. Gaudenzi, que la veine de soufre de la Romagne est une couche, et qu'elle appartient à une formation tertiaire.

---

2. *Sur la composition du* GAZ DES FEUX SACRÉS DE BACKU; par M. H. Hess. (Journ. d'Erdmann, tome 13, pag. 514.)

On connaît plusieurs localités dans lesquelles il se dégage de la terre des gaz combustibles, notamment dans les Apennins, sur les bords du lac Érié, dans l'État de New-York. Mais de toutes

ces sources, les plus remarquables sont certainement celles de Backu, tant par la grande quantité de gaz qu'elles produisent que par les idées qu'y attachent les peuples de l'Orient. M. Lenz m'a remis du gaz de Backu qu'il avait rapporté de son voyage en Orient, et qui avait été conservé dans des flacons bien bouchés.

L'analyse de ce gaz m'a donné :

Carbone.	0,775
Hydrogène.	0,225
	1,000

Si ce gaz était l'hydrogène carboné, CH^4, c'est-à-dire le gaz des marais, il devrait renfermer 0,246 d'hydrogène; le gaz de Backu renferme donc un peu plus de carbone; mais on peut expliquer cet excès de carbone par la présence d'une certaine quantité de vapeur de naphte qui s'y trouve en suspension, et ensuite par la présence d'une petite quantité d'acide carbonique que j'y ai rencontré. Je me suis assuré que le gaz de Backu ne renferme pas d'hydrogène bicarboné.

---

3. *Composition du* BITUME ÉLASTIQUE *du Derbyshire*; par M. Johnston. (Jour. d'Ed., juillet 1838.)

M. Henry jeune a trouvé 0,367 d'oxygène dans le bitume élastique de Montrelais et 0,401 dans celui du Derbyshire. Ce résultat m'a paru tellement extraordinaire que j'ai jugé utile de recommencer l'analyse.

J'ai examiné trois variétés de bitume élastique du Derbyshire. La première était tendre, élastique, adhérente aux doigts, cédant à une pression légère, de couleur brune et douée d'une odeur

particulière; à la chaleur de 212° F, elle perdait de son poids et laissait dégager une matière volatile odorante.

L'analyse a donné :

Carbone	0,85474
Hydrogène.	0,13283
	0,98757

La seconde variété ressemblait tout à fait à la gomme élastique ordinaire. Bouillie dans l'eau, elle prenait une couleur plus pâle ; mais en se séchant elle brunissait de nouveau. Pendant l'ébullition, une partie plus volatile de la substance se rassemblait à la surface de l'eau et sur les parois du vase : après le refroidissement, cette substance prenait un aspect blanc ou légèrement brunâtre.

Cette seconde variété de bitume, tenue à plusieurs reprises en ébullition dans l'éther et dans l'alcool, perd 0,18 de son poids, et le résidu est composé de :

Carbone.	0,83671
Hydrogène.	0,12535
	0,96206

La troisième variété était fragile, à cassure conchoïde éclatante. Elle contenait :

Carbone.	0,86177
Hydrogène.	0,12423
	0,98600

Ces diverses analyses nous prouvent que les bitumes élastiques se rapprochent beaucoup de l'*hatchétine* et de l'*ozocérite*, et sont probablement des carbures d'hydrogène équiatomiques (CH) très-légèrement oxidés.

Je suis disposé à attribuer la présence de ces

bitumes dans les veines minérales et dans les fissures qui traversent les montagnes calcaires du Derbyshire à une sublimation faite par en bas. Les immenses dépôts stratifiés de trapp qui traversent ce district indiquent une cause suffisante pour cette sublimation. On trouve aussi des substances bitumineuses dans le calcaire du Fefshire où l'on sait que les trapps pénètrent et dérangent les strates en plusieurs endroits.

---

4. *Sur la* SCHEERÉRITE *d'Usnach* (canton de St. Gall); par M. Krauss. (J. de Ph. t. 24, p. 360.)

La scheerérite d'Usnach est renfermée dans une couche tertiaire de charbon fossile, exclusivement dans les troncs de pins que l'on y trouve en grande quantité; elle se trouve principalement dans les parties les plus épaisses, soit de la tige, soit de la racine, entre l'écorce et le bois. Elle est sous forme d'une rare efflorescence d'un blanc grisâtre, ayant l'éclat gras, lamelleuse et très-tendre. Elle fond à 114° et devient huileuse en répandant des vapeurs blanches qui se condensent sous forme laineuse sur les corps froids; la scheerérite s'évapore lentement et complétement à l'air au bout d'un certain temps. A 200° elle bout, devient brune et se décompose en laissant dégager d'abord une huile incolore et ensuite des huiles de plus en plus brunes, et il reste du charbon. Elle est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'éther; les huiles grasses et l'alcool la dissolvent beaucoup plus facilement à chaud qu'à froid, et l'abandonnent par le refroidissement sous forme de lames d'un vif éclat gras; la potasse ne la dissout pas; l'acide

sulfurique et l'acide nitrique la dissolvent à chaud sans la décomposer. Elle brûle avec une flamme fuligineuse et en répandant une odeur empyreumatique désagréable.

M. Macaire y a trouvé 0,73 de carbone et 0,24 d'hydrogène; mais il paraît qu'il n'a pas opéré sur de la matière pure.

J'en ai analysé un échantillon que j'ai d'abord dissous dans l'alcool bouillant, et que j'ai fondu ensuite, et l'analyse m'a donné :

Carbone.	0,9249	1 at.	0,9244
Hydrogène. . . .	0,0752	1	0,0756
	0,9991.		

D'après cela c'est un hydrogène carboné dont les éléments se trouvent dans le même rapport que dans la benzine. Je n'ai pas pu déterminer son poids atomique.

Le liquide incolore que l'on obtient en distillant la scheerérite se prend par l'agitation en cristaux lamelleux, qui restent imprégnés d'un liquide huileux, ayant l'odeur désagréable du goudron. En répétant plusieurs fois la distillation, ce liquide ne donne plus du tout de cristaux, et on trouve qu'il est composé de :

Carbone.	0,8745	2 at.	0,8710.
Hydrogène. . . .	0,1116	3	0,1290.
	0,9861		1,0000.

Je l'appelle GYRO-SCHEERÉRITE.

5. *Analyse du* CALCAIRE BITUMINEUX *du Val de Travers* (principauté de Neuchâtel); par M. P. Berthier.

Ce minerai constitue un gîte très-considérable qui est connu depuis plus d'un siècle. Il a été récemment l'objet d'une concession, qui a été instituée par le roi de Prusse comme prince de Neuchâtel.

Il est compacte, sans aucune apparence de division schisteuse, d'un brun très-foncé presque noir, et rempli de petites lamelles brillantes qui paraissent provenir de coquilles changées en spath calcaire.

Il ne contient absolument que du carbonate de chaux et du bitume, et ne renferme pas trace d'argile, non plus que de sulfate de chaux.

Par calcination en vase clos, il laisse 0,50 de chaux caustique blanche, qui ne retient qu'une trace de charbon en mélange. Lorsqu'on le chauffe lentement, il se ramollit, s'agglomère, brûle avec flamme en répandant une odeur bitumineuse pure, et il reste 0,88 de carbonate de chaux très-blanc. Il contient par conséquent 0,12 de bitume.

Quand on le traite par l'acide muriatique à froid, le calcaire se dissout, et le bitume se pelotonne en grumeaux et vient nager à la surface de la liqueur.

Ce bitume est mou à la température ordinaire, et on peut le pétrir entre les doigts comme de la poix. Il se dissout en grande partie dans l'éther et en totalité dans l'essence de térébenthine.

On dit que pour faire des mastics le calcaire du

Val de Travers n'exige pas l'addition d'une aussi grande proportion de bitume liquide que le calcaire de Seyssel.

---

6. *Indice de* DÉBRIS ORGANIQUES *dans les* ROCHES *les plus anciennes du globe ; moyen de distinguer les trapps des basaltes ;* par M. Braconnot. (Ann. de ch., t. 67, p. 104.)

J'ai soumis à la distillation, dans une petite cornue de verre, un très-grand nombre de roches de diverses formations, et j'ai reconnu que les unes laissent dégager des vapeurs ammoniacales qui ramènent au bleu le papier de tournesol rougi par les acides, tandis que les autres ne présentent pas ce caractère ; et de plus, que parmi les roches qui laissent dégager de l'ammoniaque, la plupart exhalent l'odeur empyreumatique, tandis que d'autres ne manifestent aucunement cette odeur.

Il résulte de mes expériences que les trapps, et entre autres les trapps de la côte d'Ency (Meurthe), qui avaient été pris pour des basaltes, donnent à la distillation des huiles empyreumatiques et de l'ammoniaque ; d'où il suit qu'avant la formation de ces roches vivaient des êtres organisés dont les débris se trouvent encore intimement mélangés avec les autres éléments qui les constituent ; tandis qu'au contraire les véritables basaltes, ceux d'Auvergne par exemple, ne donnent rien de semblable.

J'ai trouvé encore que la plupart des roches dites primitives donnent un produit ammoniacal à la distillation, et que par conséquent, de quelque manière que l'on explique leur formation, elle n'a pas eu lieu à une haute température. La

syénite d'Égypte, les micaschistes, les schistes de transition des Vosges sont dans ce cas.

Les calcaires lamellaires qui se trouvent dans le granite à Sainte-Marie, etc., n'ont pas accusé sensiblement plus de matière animale que les granites; et ce qui est plus surprenant, c'est qu'il en est de même du muschelkalk et des ossements fossiles qu'il renferme.

---

7. *De l'état dans lequel se trouve la matière animale dans les* FOSSILES; par M. Afred Smee. (Phil. mag., sept. 1838.)

Il y a des fossiles qui ont conservé la matière animale en tout ou en partie, et d'autres dans lesquels il ne s'en trouve plus la moindre trace. Cette matière animale est ou intacte ou plus ou moins altérée. Mais ce qu'il y a de remarquable, c'est que le degré d'altération qu'elle a éprouvé ne dépend en aucune manière de l'âge de la couche minérale dans laquelle gît le fossile. Ainsi, des défenses de mammouth trouvées en Sibérie et en Amérique ne présentaient plus de matière animale, tandis qu'il en existait à un état presque normal dans des fossiles de couches siluriennes, c'est-à-dire des plus anciens terrains secondaires, s'il ne faut pas même les rapporter aux terrains de transition.

---

8. *Note sur le* TABASHEER; par M. Macaire. (Bib. de G., t. 15, p. 405.)

On trouve dans les nœuds des gros bambous, au Pérou et aux Indes Orientales, des concrétions

particulières que l'on nomme *bans Cochun* ou *Tabasheer* aux Indes Orientales.

Ces concrétions se vendent à un prix élevé, parce qu'on leur attribue de hautes propriétés médicinales. Elles sont en fragments irréguliers, à cassure conchoïde présentant souvent une surface concave lisse, et une surface convexe striée profondément; leur couleur est le blanc bleuâtre, offrant un aspect laiteux comme quelques calcédoines; elles ont une demi-transparence; elles sont très-tendres, elles happent fortement à la langue. Leur pesanteur spécifique est de 1,920. Elles absorbent l'eau avec bruissement et dégagement d'air. Au chalumeau elles ne brûlent ni ne noircissent, mais elles perdent leur demi-transparence et laissent dégager de l'air. Le tabasheer réduit en poudre se dissout aisément dans la potasse, dans l'acide hydrochlorique et même dans l'eau. Traité par un mélange de spath fluor et d'acide sulfurique, il ne donne qu'une trace de sulfate de potasse; et l'on trouve par l'analyse qu'il contient au moins 0,90 de silice calcinée.

Selon Fourcroy et Vauquelin, le tabasheer du Pérou contient, outre la silice, 0,30 de potasse.

---

9. *Sur les poissons trouvés dans une* EAU THERMALE, *à Poorec, au Bengale*; par M. Cleland. (Biblioth. de G., t. 20, p. 204.)

M. de Camberland a observé dans l'eau thermale de Poorec, dont la température est de 35° ½ R, des poissons qui appartiennent à un genre dont il existe dix à douze espèces dans les Indes. Ce genre ne comprend que des espèces

carnivores, ce qui implique l'existence d'autres êtres animés dans l'eau thermale dont il s'agit.

On sait que M. de Humboldt a vu des poissons rejetés vivants du cratère du Chimborazo au moment d'une éruption d'eau dont la température était de 79° R. On prétend aussi que l'on trouve des poissons dans les sources bouillantes des Geysers, en Islande.

A l'hôtel des monnaies de Calcutta, M. Prinsep a remarqué que l'eau de la machine à vapeur qui arrive dans un réservoir bien garni de poissons, à la température de 32°,4, ne les fait pas périr, quoiqu'elle paraisse leur être incommode.

---

10. *Remarques sur les* SOURCES D'EAU CHAUDE *de Maculla*, *en Arabie*; par M. Hebbert. (Journ. d'Edimb., oct. 1837.)

Ce qui frappe surtout le voyageur qui vient aborder en Arabie dans la province de Mascate, c'est l'aspect nu et désolé du sol. Près de Maculla, les collines ont une forme abrupte et une structure amygdaloïde. La roche que l'on rencontre à la surface du sol est un calcaire argileux vert qui repose sur un grès ocreux superposé à une dolomie. L'on n'y voit pas de débris fossiles et l'on rencontre quelques blocs roulés de syénites et autres roches primitives qui paraissent provenir de l'intérieur du pays.

---

11. *Remarques sur les* EAUX MINÉRALES *de Franzensbad*, *près d'Eger*; par M. Henri Rose. (An. de Pogg., tom. 43, pag. 672.

Les eaux minérales de Franzensbad, près d'Eger,

traversent avant d'arriver au jour une couche de tourbe d'une grande étendue. Cette tourbe renferme dans quelques parties une quantité considérable de pyrite qui est intimement disséminée dans la masse, et qui résulte évidemment d'une réaction de la matière organique sur les eaux minérales qui renferment à la fois des sulfates et du carbonate de protoxide de fer. Le sulfure de fer forme quelquefois des incrustations autour des petites branches des racines des plantes qui restent encore conservées dans la tourbe. Le plus souvent la matière organique a été entièrement détruite, et la pyrite qui a pris sa place présente une consistance assez grande. Elle se conserve indéfiniment dans l'air sec, mais à l'air humide elle se change promptement en sulfate.

Le sulfate de soude se trouve en grand excès par rapport au carbonate de fer dans les eaux de Franzensbad. Il se produit en outre par l'action de la matière organique sur ce sulfate une quantité notable de sulfure de sodium et de sulfure de calcium. Maintenant, lorsque ces eaux minérales altérées viennent à se mélanger avec des eaux minérales fraîches qui sont riches en acide carbonique libre, il doit y avoir réaction qui met de l'acide hydrosulfurique en liberté. C'est là, il me semble, l'explication la plus simple et la plus vraisemblable de la petite quantité d'hydrogène sulfuré libre que renferment les eaux de Franzensbad et qui est très-sensible à l'odorat, surtout quand l'eau est conservée dans une bouteille fermée. Ces eaux ne renferment d'ailleurs pas trace de matière organique en dissolution.

12. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE SULFUREUSE, de Garris (Pyrénées-Orientales); par M. Salaignac. (J. de Phar., t. 25, p. 97.)

Le bourg de Garris, qui compte 600 à 700 habitants, est situé sur un terrain élevé et très-accidenté, d'où l'on découvre un magnifique paysage, près de la chaîne des Pyrénées, à une demi-lieue de Saint-Palais. La source minérale est au sud et à peu de distance du bourg. Elle jaillit d'une roche schisteuse micacée, qui offre dans sa cassure des traces de soufre. On estime son volume à plus de dix mille litres par vingt-quatre heures; le fond et les parois du bassin sont enduits d'une matière jaunâtre d'une consistance épaisse et comme gélatineuse; l'eau est froide, et pour l'usage on la chauffe à 70° C. dans des chaudières de cuivre.

L'analyse a fait voir qu'elle contient par litre :

			gr.
Azote	en poids		0,0087
En volume (temp. 0°, pres. $0^m,76$).	litre	0,0140	
Acide hydrosulfurique libre	en poids		0,0028
En volume	litre	0,0018	
Acide carbonique libre	en poids		0,0218
En volume	litre	0,0110	
Hydrosulfate de chaux			0,0298
Chlorure de calcium			0,0250
Chlorure de sodium			0,1500
Carbonate de chaux			0,0497
Carbonate de magnésie			0,0050
Sulfate de chaux			0,0650
Silice			0,0100
Oxide de fer			0,0010
Alumine			0,0010
Glairine sèche			0,0550
			0,4248

13. *Premier Mémoire sur les* PUITS ARTÉSIENS *forés dans le département de la Seine-Inférieure*; par M. Girardin, professeur de chimie à l'école municipale de Rouen. (Acad. de Rouen, 1839, p. 93.)

Le 18 décembre 1832, on a découvert à l'aide de la sonde, au faubourg de Saint-Séver, à Rouen, une nappe d'eau importante à 180 pieds de profondeur. Le puits fournit immédiatement 141.000 litres d'eau par 24 heures, jaillissant à 6^{m} au-dessus du sol; mais ce produit n'a pas tardé à diminuer. Il n'était plus que de 54.000^{l} en janvier 1834, et de 17.000^{l} à la fin de la même année, et il était presque nul en 1836.

Cette eau était très-chargée de matières salines. Elle contenait par litre :

	gr.
Chlorure de sodium.	1,4835000
Chlorure de calcium.	0,7335000
Chlorure de magnésium.	0,1046395
Sulfate de chaux.	0,0260000
Carbonate de chaux.	0,0411950
Silice.	0,0060000
Matière organique azotée..	0,0440000
Perte.	0,0271655
	2,4660000

et de plus, $1^{cent.c.}$ d'acide carbonique et $3^{cent.c.}$ d'air. La grande proportion de sel marin que cette eau renferme est remarquable.

J'ai trouvé dans l'eau d'un puits artésien foré à Neufchâtel, en 1835 :

	gr.
Sulfate de chaux.	0,016
Chlorure de sodium.	0,017
Chlorure de magnésium.	0,003
Carbonate de chaux.	0,364
	0,400 par lit.

En 1834, on a foré à Elbeuf des puits artésiens qui ont produit les plus beaux résultats. Le premier, chez M. Join-Lambert, et le second, chez M. Prieur-Quesné. La nappe d'eau a été rencontrée à 150^{m} de profondeur, dans les sables verts situés au-dessous de la craie. L'eau jaillit avec une grande force jusqu'à 32^{m},5 au-dessus du sol. Le puits Lambert produit 300.000 litres d'eau en 24 heures, à fleur du sol, 180.000 litres à 8^{m}, et 50.000 litres à 21^{m},176. Le puits Prieur, 500.000 litres au niveau du sol, 350.000 à 10^{m}, et 200.000 à 20^{m}.

L'eau de ces puits est très-bonne, sa température est de 16°. J'ai trouvé dans un litre d'eau du puits Lambert :

	gr.
Chlorure de sodium.	0,08422
Chlorure de magnésium.	0,01200
Sulfate de chaux.	0,26288
Sulfate de magnésie.	0,06760
Carbonate de chaux.	0,16330
Carbonate de magnésie.	0,08000
Silice.	0,04000
Matière organique azotée..	traces.
	0,71000

14. *Examen chimique des* EAUX DE LA SALINE DE FRIEDRICHSHALL, *dans le duché de Saxe-Meiningen*; par M. Ch. Creuzburg. (Journ. d'Erdmann, t. 13, p. 322.)

Les eaux salées arrivent au jour en traversant des couches tertiaires argileuses ou sablonneuses, présentant en quelques points du gypse. Cette formation tertiaire est traversée çà et là par des montagnes de basalte. Les eaux sont élevées au moyen

de pompes d'une profondeur de 150 pieds. Elles sont très-pures et ne produisent pas de dépôt, même après plusieurs jours d'exposition à l'air. La température de l'eau a été trouvée de 6°,5 R, la température extérieure étant de 12° R; sa densité à cette température est 1,011.

L'analyse de cette eau m'a donné les résultats suivants :

Chlorure de sodium	3,333
Sulfate de soude	2,713
Sulfate de magnésie	1,695
Chlorure de magnésium	1,795
Chlorure de potassium	0,021
» de manganèse	0,110
» d'aluminium	0,031
Sulfate de chaux	0,121
Carbonate de chaux	0,323
» magnésie	0,051
Iodure de sodium	0,008
Brômure de magnésium	0,001
Carbonate de manganèse	0,001
Silice	0,164
Crénate de magnésie avec une trace de fer	0,023
Acide crénique combiné à des bases inconnues	0,012
Matière organique	0,002
Résine soluble dans l'alcool et dans l'éther	0,001
Perte avec eau d'hydratation	0,620
Eau	988,975
	1000,000

On voit que la composition de l'eau de Friedrichshall est une des plus complexes que l'on connaisse.

---

15. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Bade dans l'Argovie* (Suisse); par M. Carl Lowig. (Brochure 1837.)

L'eau minérale de Bade est limpide. Elle se

Bitume.	0,004
Substance analogue à la cire.	0,005
Résine brute.	0,056
Matière extractive soluble dans l'alcool. .	0,040
Matière extractive soluble dans l'eau. . .	0,046
Sulfate de fer oxidulé.	0,014
Sulfate de chaux.	0,010
Chlorure d'aluminium.	0,006
Phosphate de chaux.	0,020
Matière colorante brune.	0,100
Acide hulmique	0,451
Fibre ligneuse.	0,190
Sable et mélanges terreux.	0,025
Soufre.	trans.
Humidité et perte.	0,033
	1,000

Mise en ébullition dans l'eau, elle laisse dégager de l'hydrogène sulfuré qui se développe par la réaction des matières organiques sur les sulfates : ceux-ci sont réduits en sulfures qui à leur tour sont décomposés par l'eau et par l'acide hulmique.

---

17. *Sur l'analyse de la* POUDRE A CANON; par M. F. Marchand. (Journ. d'Erdmann, t. 13, p. 505.)

L'analyse de la poudre à canon se fait facilement et très-promptement, de la manière suivante : on la dessèche à 100° pour expulser l'eau hygrométrique, puis on traite par l'eau qui enlève le nitre, il reste le mélange de charbon et de soufre. On enlève ce dernier corps par le sulfure de carbone. On recueille le charbon sur un filtre, et on le lave pendant quelques instants avec de l'alcool absolu et bouillant. Ce procédé appliqué à l'analyse d'une poudre anglaise a donné la composition suivante :

Charbon.	0,2495	0,1250
Soufre.	0,1625	0,0813
Salpêtre.	1,5845	0,7937
Eau hygrométrique. .	0,0035	
	2,0000	1,0000

18. *Note sur un* NITRATE DE SOUDE natif du Pérou; par M. O. Henry. (J. de Phar., t. 24, p. 334.)

Ce sel est en morceaux arrondis, de la grosseur d'une noix, composés de petits cristaux octaèdriques et mêlés d'une petite quantité de sable rouge. Pour l'analyse, je l'ai mêlé avec de la fécule de pomme de terre, j'ai introduit le mélange dans un tube en verre vert dont la culasse contenait du bicarbonate de soude. Je l'ai recouvert d'abord de tournure de cuivre et ensuite de sulfure de barium et j'ai procédé comme pour l'analyse d'une substance organique. D'après la quantité de gaz azote obtenu, j'ai trouvé que le sel du Pérou renferme 0,54 de nitrate de soude; les 0,46 restant représentent du chlorure de sodium mêlé d'une petite quantité de sulfate.

Pour transformer ce sel en nitrate de potasse on peut, après en avoir séparé le chlorure de sodium par cristallisation, l'évaporer avec du sulfate de potasse, ou le distiller avec de l'acide sulfurique, et saturer l'acide avec du carbonate de potasse; le second moyen est plus économique que le premier.

19. *Analyse des* MATIÈRES SALINES *provenant de l'amalgamation des minerais d'argent à Freyberg;* par M. P. Berthier.

On a lavé complétement 200 gr. de minerai grillé pris çà et là sur une masse d'un quintal; on a évaporé les liqueurs, et on a obtenu 36 gr. de sels anhydres. On a trouvé ces sels composés de :

Sulfate de chaux.	0,237
Sulfate de zinc.	0,142
Sulfate de manganèse. . .	0,106
Sulfate de magnésie. . .	0,035
Sulfate de soude.	0,126
Chlorure de sodium. . .	0,354
	1,000

On voit que dans l'opération du grillage il se forme une quantité énorme d'acide sulfurique, qui sature toutes les bases contenues dans le minerai à l'état de carbonates, et qui décompose environ le cinquième du sel marin employé dans l'opération; mais la matière grillée ne contient ni sulfate de fer ni sulfate de cuivre.

20. *Sur la composition chimique de l'*OLIGOKLAS; par M. Robert Hagen. (Ann. de Pog., t. 44, p. 329.)

Nous connaissons jusqu'ici deux analyses de l'oligoklas, minéral que M. Berzélius appelle spodumène à base de soude. Ces deux analyses, l'une de Berzélius, l'autre de Laurent, s'accordent assez bien entre elles. Berzélius a analysé un échantillon de Danwikstull, près de Stockholm, où il

forme une partie constituante du granite. M. Laurent a analysé un minéral venant de l'Ariége.

Voici les résultats de ces deux analyses :

Spodumène de Stookholm.

		Oxygène.	
Soude. . . .	8,11	2,07	1
Potasse. . .	1,20	0,20	
Chaux. . . .	2,05	0,57	
Magnésie. . .	0,65	0,25	
Alumine. . .	23,95	11,18	3,6
Oxide de fer.	0,50	0,15	
Silice.	63,70	33,09	10

Spodumène de l'Ariége.

Soude. . . .	8,9	2,2	1
Chaux. . . .	3,»	0,8	
Magnésie. . .	0,2		
Alumine. . .	24,6	11,5	4
Oxide de fer.	0,1		
Silice.	62,6	32,5	11

Berzélius déduit de son analyse la formule

$$\dot{Na}\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si}.$$

M. Laurent établit la formule

$$3\,\dot{Na}\,\dddot{Si} + 4\,\dddot{Al}\,\dddot{Si}.$$

qui s'accorde mieux avec les résultats des analyses, mais qui étant moins simple devient par cela même moins vraisemblable.

M. Berzélius attribue à des impuretés existant dans la matière qu'il a analysée et qui n'était pas cristallisée les différences entre les résultats de l'analyse et les nombres de la formule; il était d'après cela intéressant d'examiner de nouveau un échantillon bien cristallisé. M. G. Rose a eu la complaisance de mettre à ma disposition un é-

chantillon bien cristallisé venant d'Arendal, en Norwège, qui m'a donné les résultats suivants :

Soude. . . .	9,37	Oxygène.	2,3	1
Potasse . . .	2,19		0,3	
Chaux. . . .	2,44		0,6	
Magnésie. . .	0,77		0,2	
Alumine. . .	23,09		10,7	3
Silice.	63,51		32,9	9,6
	101,37			

qui s'éloigne peu de l'analyse de Berzélius.

La formule $\dot{N}a\,\dddot{S}i + \dddot{A}l\,\dddot{S}i^2$ donnerait :

Silice.	62,64
Alumine. . .	23,23
Soude. . . .	14,13
	100,00

---

21. *Analyse du* TRIPHANE *de Suède*; par M. V. Regnault.

La densité de ce minéral a été trouvée égale à 3,094 à la température de 25°.

L'analyse a été faite en attaquant le minéral par le carbonate de soude, traitant par l'acide hydrochlorique pour séparer la silice; puis séparant le fer et l'alumine par les procédés ordinaires. La lithine a été dosée à l'état de sulfate dans une attaque à l'acide hydrofluorique.

	I.	II.	moyenne.	oxygène.
Silice.	65,30	»	65,30	3,392
Alumine.	25,10	25,59	25,34	1,183
Protoxide de fer.	2,89	2,78	2,83	64
Lithine.	»	6,76	6,76	372
			100,23	

La formule qui va le mieux avec cette analyse est la suivante.

$$(\dot{L}, \dot{Fe})\,\dddot{Si} + \dddot{Al}\,\dddot{Si}^{2}$$

---

22. *Sur la* GIESECKITE, *son identité avec l'éléolite et la néphéline*; par M. le docteur Tamnau de Berlin. (Ann. de Pog., tom. 43, page 143.)

J'ai eu occasion, pendant mon séjour à Copenhague, d'étudier plusieurs échantillons très-beaux de Gieseckite du Groënland, et j'ai été amené à reconnaître l'identité parfaite de ce minéral avec la néphéline. La gieseckite ressemble complétement par son aspect à l'éléolite verte de Laurwig, en Norwège, et ses différentes variétés tiennent le milieu entre la néphéline de Katzenbuckel dans l'Odenwald et les éléolites du midi de la Norwège.

La gieseckite dans ses échantillons frais présente la même dureté que la néphéline et l'éléolite. Les densités de ces minéraux sont aussi fort peu différentes. Ainsi on a

Pour la densité de la néphéline d'après Gmelin	2,76
— — — d'après Mohs. .	2,56
Pour l'éléolite, d'après Haidinger.	2,589
Pour la giéseckite, d'après Léonhard.	2,78

Les analyses qui ont été faites par Gmelin sur la néphéline et l'éléolite, par Stromeyer sur la gieseckite ne s'éloignent pas assez les unes des autres pour infirmer cette conclusion.

---

23. *Sur la* CALSTRONBARYTE; par M. Shepard. (Amer. J., avril 1838.)

Ce minéral se trouve à Schoharée, dans l'État

de New-York, dans un calcaire secondaire et associé avec de la strontiane carbonatée; il est en masses lamellaires, et sa forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de 102°, 30′ à 103°. Il est translucide, d'un blanc grisâtre ou jaune brunâtre, et il a l'éclat vitreux: sa pesanteur spécifique est de 4,20 à 4,22; il se fond en émail blanc au chalumeau.

Il est composé de:

Sulfate de baryte.	0,6555
Carbonate de strontiane.	0,2230
Carbonate de chaux.	0,1215

Ce qui correspond presque exactement avec la formule $2\dot{B}\ddot{S}+Sr\ddot{C}+\dot{Ca}\ddot{C}$ qui donnerait:

Sulfate de baryte.	0,6522
Carbonate de strontiane.	0,2061
Carbonate de chaux.	0,1427

24. *Analyse de la* VÉSUVIENNE; par M. IVANOV. (Institut 1839, p. 22.)

On a cru jusqu'à présent que la vésuvienne avait la même formule chimique que le grenat; mais il n'en est pas ainsi. Un bel échantillon cristallisé, venant de Slato-Oust, a donné à l'analyse:

Silice.	0,37079	oxygène 19262
Alumine.	8,14159	6612
Chaux.	0,30884	8644
Protoxide de fer.	0,16017	3646
Protoxide de manganèse. .	0,01858	719
	0,99997	

d'où on déduit la formule $2(\dot{Ca}^3, \dot{Fe}^3, \dot{Mg}^3)\dddot{Si} + \ddot{Al}\dddot{Si}$

Il y a donc trois espèces composées des mêmes éléments unis entre eux en proportions atomiques différentes.

Grenat	$\dot{R}^3 \dddot{Si} + \dddot{Al}\, \dddot{Si}$
Vésuvienne	$2\dot{R}^3 \dddot{Si} + \dddot{Al}\, \dddot{Si}$
Épidote	$\dot{R}^3 \dddot{Si} + 2\, \dddot{Al}\, \dddot{Si}$

---

25. *Sur l'*IDOCRASE *de Slatoust ;* par M. F. Varrentrapp. (Ann. de Pog., tom. 45, p. 343.)

Plusieurs chimistes distingués, comme Klaproth, Kobell, et en dernier lieu Magnus, ont démontré par des analyses rigoureuses que l'idocrase avait exactement la même composition que le grenat. L'analyse que nous a donnée dernièrement M. Ivanov de la vésuvienne de Slatoust a surpris tous les minéralogistes, d'autant plus que cette variété avait déjà été examinée par Magnus. M. G. Rose m'a engagé à reprendre l'analyse de ce minéral sur un échantillon que lui-même avait rapporté de Sibérie. L'idocrase s'y trouve en cristaux fort nets, implantés dans une masse feldspathique, de laquelle ils se détachent très-facilement.

J'y ai trouvé:

Alumine	0,506
Protoxide de fer	0,179
Silice	1,062
Chaux	1,006
Magnésie	0,074
	2,827

Ce résultat s'accorde très-bien avec l'analyse de

Magnus, mais s'éloigne beaucoup de celle de M. Ivanov, comme on peut en juger par le tableau suivant :

	Analyse de Magnus.	Ivanov.	Varrentrapp.
Silice.	37,178	37,079	37,55
Alumine	18,107	14,159	17,88
Chaux	35,790	30,884	35,56
Protoxide de fer.	4,671	16,017	6,34
Magnésie.	2,268	1,858	2,62
	98,024	99,997	99,95

Une seconde analyse m'a donné :

Silice.	37,84
Alumine.	17,99
Chaux.	35,18
Protoxide de fer. . . .	6,45
Magnésie.	2,81
	100,27

J'ai trouvé pour la densité de l'idocrase, le nombre 3,346.

---

26. *Analyse d'un* PÉRIDOT *d'Ameralik Fiorde dans le Groënland*; par M. C. T. Lappe. (Ann. de Pog., tom. 43, pag. 669.)

Le péridot se trouve dans le Groënland, dans des gisements qui méritent d'être remarqués. Ainsi il ne se trouve pas là comme ordinairement au milieu du pyroxène ou de roches pyroxéniques. Celui de Kapiselick est disséminé sous la forme de petits grains rougeâtres dans des masses de fer magnétique, celui d'Ameralik Fiorde se trouve en petits grains verdâtres au milieu d'un mica à larges feuillets La moyenne de trois ana-

lyses que j'ai faites sur le minéral d'Ameralik Fiorde est :

Silice.	40,001
Protoxide de fer.	16,213
Alumine.	0,060
Oxide de nickel. . . . . . . } Oxide de manganèse. . . . . }	0,549
Traces d'oxide de cuivre. . . .	
Magnésie.	43,089
	99,912

Ce qui donne la formule ordinaire du péridot.

---

27. *Sur les substances qui portent le nom d'*Aluns de plume; par M. Ch. Rammelsberg. (An. de Pog., tom. 43, pag. 399.)

Mes recherches sur le minéral alumineux de Kolosoruk m'ont conduit à faire d'autres recherches sur les substances analogues qui sont connues sous le nom d'alun de plume ou d'alun naturel. Ces substances, sous le rapport de leur composition chimique, peuvent être rangées d'après mes analyses en trois classes.

1° Les substances qui sont essentiellement formées de sulfate neutre d'alumine, mais dans lesquelles j'ai trouvé constamment une petite quantité de potasse, jamais au delà de 0,50 p. 0/0. Elles ne renferment jamais de soude ni d'ammoniaque, mais on y trouve toujours une certaine quantité de protoxide de fer, de manganèse, de chaux et de magnésie qui, combinés avec de l'acide sulfurique, forment avec le sulfate d'alumine une espèce d'alun. On distingue ces sels doubles de l'alun ordinaire de potasse par leur plus grande solubilité.

J'ai analysé les variétés suivantes :

I). Alun naturel de la formation du lignite de Friesdorf, près de Bonn, en masses blanches à paillettes cristallines, ordinairement recouvertes de soufre.

II). Alun de plume du schiste alumineux de Potschappel, auprès de Dresde, en masses amorphes ou fibreuses d'un blanc grisâtre ou jaunâtre.

III.) Alun de plume de la terre d'alun de Freienwalde, semblable au minéral de Kolosoruk. Klaproth y a trouvé 15,25 alumine, 7,5 protoxide de fer, 0,25 potasse et 77 d'acide sulfurique et d'eau.

IV.) Alun naturel de Socorro, près de Santa-Fé de Bogota, dans la Colombie, rapporté par M. de Humboldt. Cette substance forme des masses amorphes d'un blanc éclatant.

V.) Alun de plume de Bodenmais. Ces deux dernières variétés, d'après quelques essais, appartiennent à la même espèce que le n° III.

L'analyse des trois premières m'a donné :

	I.	II.	III.
Acide sulfurique. . .	37,380	35,710	35,637
Alumine.	14,867	12,778	11,227
Protoxide de fer. . . .	2,463	0,667	0,718
— manganèse. .	»	1,018	0,307
Chaux	0,149	0,640	0,449
Magnésie	»	0,273	1,912
Potasse.	0,215	0,324	0,473
Acide silicique.	»	»	0,430
Eau.	45,164	47,022	48,847
	100,238	98,432	100,000

2° Les sels doubles qui sont essentiellement composés d'alun de protoxide de fer, mais qui renferment en outre un peu de potasse. A cette classe appartiennent:

I. L'alun de plume des mines de mercure du duché des Deux-Ponts, en masses fibreuses jaunâtres et d'un éclat soyeux très-brillant : son analyse m'a donné :

Acide sulfurique.	36,025
Alumine.	10,914
Protoxide de fer..	9,367
Magnésie.	0,235
Potasse.	0,434
Eau et perte.	43,025
	100,000

La combinaison $\dot{F}e\,\dddot{S} + \bar{A}l\,\dddot{S}^3 + 24\,\dot{\bar{H}}^2$, qui peut se préparer directement, est composée de :

Acide sulfurique.	34,648
Alumine.	11,102
Protoxide de fer.	7,591
Eau.	46,659
	100,000

II.) Alun de plume d'Artern, dans la Thuringe, et une autre substance d'une localité qui m'est inconnue.

L'alun de plume analysé par M. Berthier présente la même composition.

3° Les masses salines qui sont essentiellement composées de sulfate de magnésie. J'ai reconnu comme appartenant à cette classe un alun de plume d'une localité inconnue en masses fibreuses, et un autre sel des mines de mercure d'Idria. Klaproth et Stromeyer avaient déjà reconnu ce fait ; ce dernier chimiste a même constaté que l'alun de plume de Calatayud et de Neusohl présente la même composition. Ces sels sont quelquefois du sulfate de magnésie pur ; d'autres fois ils renferment une petite quantité de chaux ou de fer.

28. *Analyse de la* COMPTONITE; par M. Melle. (Bib. de G., t. 15, p. 193.)

On trouve la comptonite dans quelques laves du Vésuve, dans les basaltes d'Eisnach en Saxe, et à Ellebogen en Bohême. Elle est blanche, translucide, groupée en petits cristaux brillants dont la forme primitive est un prisme rhomboïdal droit de 91° et 89°. Quelques-uns de ces cristaux sont groupés en croix déformée. La dureté de ce minéral est à peu près la même que celle du spath fluor et de l'apatite; il est complétement attaquable par les acides forts.

La comptonite d'Ellebogen tapisse les cavités d'un trapp grisâtre. Je l'ai trouvée composée de :

Silice.	0,3700
Alumine.	0,3107
Chaux.	0,1260
Soude.	0,0625
Eau.	0,1224
	0,9916

Ce qui correspond à la formule (C,N) S + 3 AS + 6Aq.

Or, cette formule est la même que celle qui exprime la composition de la thompsonite, dans laquelle L. Gmelin a trouvé :

Silice.	0,3708
Alumine.	0,3302
Chaux.	0,1075
Soude.	0,0379
Eau.	0,1000
	0,9755

Les deux minéraux sont donc identiques; leur forme est effectivement la même.

29. *Examen de la* GIGANTOLITE; par M. Trolle-Wachtmeister. (Ann. de Pog., t. 45, p. 558.)

Ce minéral a été trouvé par M. Nordenskjöld, auprès de Taunnela dans la Finlande, et le nom de gigantolite lui a été donné à cause des grandes dimensions de ses cristaux. La gigantolite se trouve dans un gneiss granitique très-riche en mica, et présentant en quelques points des cristaux de grenat. Les cristaux se croisent dans tous les sens; mais ordinairement ils sont très-bien formés, et ont jusqu'à 1 $\frac{1}{2}$ pouce de longueur. Ce sont des prismes droits, formés par 12 faces également larges, se coupant sous des angles de 150°. Ainsi, c'est la forme péridodécaèdre de Haüy dérivant du système rhomboèdrique. Les cristaux présentent deux clivages parallèles aux faces du prisme primitif. L'éclat de la cassure est intermédiaire entre l'éclat vitreux du mica et l'éclat cireux du talc. La couleur du minéral est d'un gris d'acier foncé, avec une légère nuance de brun, comme dans le talc de Fimbo ou comme dans certains cristaux de fahlunite. Il n'est pas gras au toucher comme le talc, se laisse entamer par l'ongle dans sa cassure transversale, mais pas sur ses faces.

Chauffé seul au chalumeau, le minéral fond, donne une scorie d'un vert clair, mais qui ne se réunit pas en un seul globule. Avec le borax et le sel de phosphore, on obtient un verre transparent qui est à peu près incolore après le refroidissement. Chauffé dans un tube fermé par un bout, il se dégage un peu d'eau, rendue alcaline par une trace d'ammoniaque.

L'analyse de ce minéral m'a donné :

	Trouvé.	Calculé.	Oxygène.
Eau et ammoniaque.	6,00	6,60	5,86
Acide silicique.	46,27	45,11	23,44
Alumine.	25.10	25,10	11,72
Peroxide de fer.	15,60	15,15	3,45
Magnésie.	3,80	3,80	1,47
Oxide de manganèse.	0,89	0,89	0,19
Potasse.	2,70	2,70	0,46
Soude.	1,20	1,20	0,30
Fluor.	traces		
	101,56	100,55	

La formule qui s'accorde avec cette analyse est la suivante :

$$3\,(\dot{Fe}, \dot{Mg}, \dot{Mn}, \dot{K}, \dot{N})\,2\,\dddot{Si} + 2\,\ddot{Al}\,\dddot{Si} + 3\,\dot{H}$$

ou (f, M, mg, K, N) $S^2 + 2$ AS + Aq.

Ainsi la gigantolite, les diverses espèces de talc, le mica et la fahlunite appartiennent au groupe de minéraux composés de silicates alcalins et de magnésie, combinés avec des silicates d'alumine, la magnésie étant remplacée, en plus ou moins grande quantité, par des quantités correspondantes d'oxide de fer ou de manganèse. L'expression générale de ces minéraux peut être écrite de la manière suivante :

$$\dot{R}^3\,\dddot{Si}^2 + \ddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{H}.$$

---

30. *Examen chimique d'un échantillon de* FER NATIF, *trouvé sur les bords de la rivière des Poissons dans l'Afrique méridionale*; par M. Herschell. (Phil. Mag., janv. 1839.)

Le capitaine Alexandre, dans un voyage de découvertes dans l'intérieur de l'Afrique annonça avoir trouvé sur une étendue considérable de pays

des masses de fer natif, dont il rapportait des échantillons. La grande abondance et le volume des masses métalliques qu'il y avait observées, ainsi que la malléabilité du fer qu'elles contenaient lui faisaient douter qu'on pût leur attribuer une origine atmosphérique.

Mais l'analyse que j'en ai faite ne permet pas de conserver cette incertitude, puisque j'y ai trouvé 0,0461 de nickel, indépendamment de quelques écailles de graphite.

---

31. *Analyse d'un* FER MÉTÉORIQUE *de Claibone, dans l'Alabama*; par M. Jackson. (Amer. Jour., juillet 1838.)

L'échantillon examiné pesait 28 onces; il était recouvert de sous-chlorure de fer dans les surfaces naturelles; il était très-tenace; sa pesanteur spécifique a été trouvée de 6,4 à 6,5. Les surfaces récemment limées se recouvrent à l'air humide de gouttelettes vertes qui contiennent des chlorures de fer et de nickel. On y a trouvé :

Fer métallique.	0,66560
Nickel métallique. . . .	0,24708
Chrôme et manganèse. .	0,03240
Soufre.	0,04000
Chlore.	0,01480
	0,99988

Cette masse est évidemment météorique.

---

32. *Analyse d'un* MINERAI DE FER MAGNÉTIQUE de Cherbourg; par M. P. Berthier.

Ce minerai provient d'une montagne considé-

rable qui se trouve à Biclette auprès de Cherbourg. On s'en sert pour lester les vaisseaux.

Il est maguétique, mais il a peu d'énergie. Il se compose de fer oxidulé en très-petites lamelles, mêlé intimement de matières pierreuses blanches qui paraissent être du quartz et du feldspath. Sa poussière passée au tamis de soie est d'un gris pâle, mais lorsqu'on la porphyrise elle prend une teinte rouge prononcée. En promenant un barreau dans la poussière on reconnaît que toutes les particules ferrugineuses ne sont pas également attirables, et si l'on recueille celles qui restent les dernières, et qui ne s'attachent que difficilement au barreau, on voit qu'elles se composent de lamelles d'un gris de fer éclatant, qui ont tout l'aspect du fer oligiste, et effectivement leur poussière est rouge et l'on trouve par l'analyse qu'elles ne contiennent que 0,04 à 0,05 de protoxide de fer.

Un échantillon de minerai de richesse moyenne a été trouvé composé de :

Matières pierreuses insolubles.	0,420	
Protoxide de fer.	0,080	0,565
Peroxide de fer.	0,485	
Magnésie.	0,015	
	1,000	

Comme il ne paraît pas que la magnésie puisse provenir de la matière pierreuse, puisqu'après qu'elle a été traitée par l'acide muriatique, elle ne contient pas de silice gélatineuse, il y a lieu de croire que cette terre s'y trouve combinée avec du peroxide de fer comme équivalent d'une certaine quantité de protoxide. D'après celle que renferme le minerai, il n'y aurait dans celui-ci que 0,26

d'oxide magnétique, et par conséquent 0,305 de fer oligiste.

Fondu avec 0,35 de carbonate de chaux, le minerai de Cherbourg donne 0,42 de fonte blanche à cassure presque unie, et une scorie vitreuse, transparente et d'un jaune de miel très-pâle. La perte en oxygène dans l'essai n'est que de 0,14. Ce résultat concorde avec celui de la voie humide.

---

33. *Analyse du* PHOSPHATE DE FER *de Berneau, près Visé, province de Liége*; par M. Delvaux. (Institut 1839, p. 121.)

Ce minéral a été trouvé pour la première fois en 1793 sur les haldes d'une mine de plomb abandonnée. Il est en masses réniformes, fragiles, à texture compacte et à cassure parfaitement conchoïde, opaques, à l'état résineux, d'un brun noir ou d'un brun marron : sa poussière est d'un brun jaunâtre : sa pesanteur spécifique est de 1,85; dans l'eau il pétille et se divise en fragments. On a analysé un échantillon brun marron et un autre d'un noir-brun. On a eu pour résultat :

	marron.	noir.
Acide phosphorique. . .	0,1360	0,1430
Peroxide de fer.	0,2900	0,3160
Eau.	0,4220	0,4040
Carbonate de chaux. . .	0,1100	0,0920
Silice gélatineuse. . . .	0,0360	0,0440
	0,9940	0,9990

ce qui conduit à la formule

$$\dddot{F}^2\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P} + 24\dot{H}$$

Ce phosphate se rapproche de celui de Fouchère,

analysé par M. Berthier, mais il ne contient pas la même proportion d'acide, et il renferme plus d'eau.

---

34. *Notice minéralogico-chimique sur la* STILPNOMÉLANE; *le* SULFATE D'ALUMINE *et le* SULFATE DE PEROXIDE DE FER; par M. C. Rammelsberg. (Ann. de Pog., t. 43, p. 127.)

La stilpnomélane n'a été rencontrée jusqu'ici qu'à Obergrund, non loin de Zuckmantel, dans la Silésie autrichienne; elle présente une texture feuilletée, une couleur d'un noir foncé, mais qui prend une nuance verdâtre quand la matière est réduite en poudre fine. La densité de ce minéral est de 3 à 3,4. Sa dureté est à peu près la même que celle de la chaux carbonatée.

Chauffée dans un petit tube, la stilpnomélane abandonne de l'eau qui a une légère réaction alcaline, mais qui ne contient pas une trace d'acide hydrofluorique. Elle fond au chalumeau sans addition, mais assez difficilement, et produit une perle noire. Avec le borax elle présente les réactions connues du fer. Fondue avec le sel de phosphore on reconnaît dans la perle des flocons incolores de silice, et si l'on y introduit un peu d'étain, le globule prend une couleur d'un vert foncé. La fusion avec de la soude ne manifeste pas sensiblement la réaction du manganèse.

La stilpnomélane n'est que très-imparfaitement attaquée par les acides concentrés. La dissolution renferme du fer à l'état de protoxide. L'analyse du minéral a été faite en l'attaquant au creuset de platine par le carbonate de soude, après l'avoir

traité préalablement avec de l'acide hydrochlorique étendu pour enlever un peu de carbonate de chaux provenant de la gangue.

Trois analyses ont donné :

Silice.	43,186	46,500	45,425
Protoxide de fer. .	37,049	33,892	35,383
Alumine.	8,157	7,100	5,882
Magnésie.	3,343	1,888	1,678
Chaux.	1,188	0,197	0.183
Eau.	5,950	7,900	9,281
	98,873	97,477	97,832

Une quatrième analyse faite par l'acide hydrofluorique pour la recherche des alcalis, a donné :

Protoxide de fer.	35,823
Alumine.	5,879
Magnésie.	2,666
Potasse et traces de soude. .	0,750
Eau.	8,715
Silice par différence.	46,167
	100,000

Si l'on admet que le fer est à l'état de sesquioxide, on trouve que toutes ces analyses présentent un gain, ce qui rend très-probable que le fer est seulement à l'état de protoxide. L'établissement d'une formule est au reste difficile, la composition du minéral ne s'étant pas présentée assez constante dans les analyses faites sur différents fragments; on peut dire seulement que l'oxygène de la silice est environ le triple de celui du protoxide de fer et de l'eau, et le sextuple de celui de la magnésie.

La stilpnomélane nous présente donc un nouvel exemple de silicate de fer qu'il faut ajouter à

ceux que nous connaissons déjà dans la cronstedtite, la hisingerite et la sideroschisolite, mais qui présentent une composition très-différente comme on peut en juger par les analyses suivantes :

	Cronstedtite de Przibram, par Steinmann.		Sideroschisolite du Brésil, par Wornekinck.	Hisingerite de Gillingegrube, par Hisinger.
Silice.	22,452		16,3	36,30
Peroxide de fer.	58,853	sesquioxide	75,5	44,39
Alumine. . . .	»	—	4,1	»
Magnésie. . . .	5,078	—	»	»
Oxide de mang.	2,885	—	»	»
Eau.	10,700	—	7,3	20,70
	99,968		103,2	101,39

Sulfate neutre d'alumine.

On a déjà rencontré dans plusieurs localités le sulfate d'alumine à 18 at. d'eau. M. Boussingault l'a trouvé sous la forme de masses salines efflorescentes dans les schistes argileux des Cordillières auprès de Saldamna, dans la Colombie; il l'a trouvé également dans le cratère du volcan de Pasto, au milieu des trachytes corrodés par les exhalaisons sulfureuses. J. Bartwalle a annoncé l'existence du même sel à Pyromeni, dans l'île volcanique de Milo. M. Henri Rose l'a rencontré mélangé avec des sulfates de peroxide de fer dans une roche feldspathique de la province de Coquimbo dans le Chili. Enfin M. de Humboldt en a trouvé dans la presqu'île de Aroya, près de Cumana.

A tous ces gisements je puis en ajouter un nouveau; car j'ai reçu un échantillon de ce sel provenant de Kolosoruk, près de Bilin, où on le

rencontre au milieu d'une formation de lignite. Il y forme des masses à grains cristallins d'un blanc éclatant dans l'intérieur, mais jauni à la surface par un peu d'hydrate de peroxide de fer. Le sulfate d'alumine se dissout facilement, et l'hydrate de peroxide de fer se sépare.

L'analyse de ce sel m'a donné

	I.	II.	III.
Alumine.	16,15	15,57	
Acide sulfurique.	34,90	34,90	35,82
Eau, traces de chaux, de silice et de potasse.	48,95	49,53	»
	100,00	100,00	

Ce qui s'accorde assez bien avec la formule

$$\dddot{\text{Al}}\,\dddot{\text{S}}^{3} + 18\,\dot{\text{H}}$$

laquelle donne :

Alumine.	15,40
Acide sulfurique. . . .	36,05
Eau.	48,55
	100, »

Sulfate de peroxide de fer.

On trouve dans le même gisement dans les lignites de kolosoruk, un sulfate de peroxide de fer dont je ne connais pas d'analogue. Il recouvre en couche mince les fragments de lignite ou forme des petites masses amorphes d'un jaune ocreux. La densité varie de 2,78 à 2,90. La dureté est très-variable ; dans les échantillons les plus compactes, elle s'approche de celle de la chaux carbonatée ; l'eau n'en dissout aucune trace ; mais les acides étendus le dissolvent facilement.

Voici les résultats de l'analyse de ce minéral.

	I.	II.	III.	IV.
Peroxide de fer. . .	46,736	47,723	46,914	48,872
Acide sulfurique. . .	32,111	29,883	32,178	32,820
Potasse.	7,882			
Chaux.	0,643			
Eau et traces d'ammoniaque.	13,564	13,800	12,986	
	100,936			

La présence de la potasse dans ce minéral le rend très-remarquable. Il est difficile de ne pas admettre que l'alcali entre réellement dans la composition de la substance. On peut supposer dans ce minéral 4 at. peroxide de fer, 5 at. acide sulfurique, 1 at. potasse, et 9 at. d'eau, et le regarder comme formé de 2 at. sulfate $\frac{2}{3}$ de peroxide de fer, 1 at. sulfate de potasse, 6 at. d'eau, le tout combiné avec 1 at. d'hydrate de peroxide de fer ordinaire. On aurait, dans ce cas, pour la composition calculée du minéral :

Oxide de fer.	48,788
Acide sulfurique.	31,238
Potasse.	7,354
Eau.	12,620
	100,000

Il est très-probable que ce minéral est le même que celui que Breithaupt appelle *Gelbeissenerz* et qui vient également de Kolosoruk, où il accompagne la humboldtite.

---

35. *Analyse des minerais* DE FER *d'Allevard*, dép. de l'Isère ; par M. E. Gueymard, ingénieur en chef des mines.

Le traitement des minerais de fer du canton

d'Allevard donne lieu à une fabrication d'acier de fusion dont l'origine remonte à plusieurs siècles. Tous les minerais ont été analysés et leurs principes sont aujourd'hui connus. Aussi les hauts-fourneaux et les aciéries ont-ils fait de grands progrès depuis quelques années.

Les Annales des mines ne sont pas destinées à publier toutes les analyses qui sont faites dans les laboratoires des départements, attendu que la plupart d'entre elles ne se rapportent qu'à des intérêts de localité. Mais j'ai pensé toutefois que la publication de quelques-unes des analyses des minerais du canton d'Allevard pourrait faciliter l'étude de l'industrie de ces contrées qui sont fréquentées tous les ans par des ingénieurs et des métallurgistes.

Le tableau ci-joint présente vingt-deux analyses de minerais pris dans les concessions de M. Giroud.

Ces minerais, dans le langage du pays, sont divisés en deux catégories : 1° les fers spathiques ordinaires (carbonates), 2° les mines douces (fers carbonatés décomposés ayant passé à l'état d'hydrate de peroxide).

La première catégorie se divise en *Rives*, *Rives orgueilleux* et *Maillats*.

Les rives sont les fers carbonatés à petites lames; les rives orgueilleux sont à lames moyennes; et les maillats sont à grandes lames.

Les rives contiennent plus de manganèse que les rives orgueilleux, et ces derniers en renferment plus que les maillats.

D'un autre côté, les maillats contiennent plus de magnésie que les rives orgueilleux, et ces

derniers sont plus chargés en magnésie que les rives.

La seconde catégorie présente moins de variations dans les analyses, attendu que la magnésie ne s'y trouve plus qu'en très-petite quantité. Le manganèse varie en raison de la nature première du minerai. Lorsque le minerai provient de l'altération d'un rives, il contient plus de manganèse que lorsqu'il provient d'un rives orgueilleux ou d'un maillat.

Les principes constitutifs des minerais d'Allevard sont le proto-carbonate de fer, ou l'hydrate de peroxide, le proto-carbonate de manganèse, ou le peroxide de ce métal, et le carbonate de magnésie.

Les principes accidentels sont le quartz, la pyrite de fer, le cuivre pyriteux, le cuivre gris, le cuivre carbonaté, le zinc sulfuré, la galène et la baryte sulfatée.

J'ai dosé les principes constitutifs par les voies ordinaires; il n'a pas été possible d'évaluer les principes accidentels, attendu qu'ils varient dans tous les gîtes et dans les diverses parties de ces gîtes.

Le quartz se trouve dans tous les filons; on le sépare des minerais avant et après le grillage, et malgré tous les soins qu'on apporte à cette séparation, il en reste encore moyennement 10 p. 0/0 dans les minerais rendus au gueulard. On doit se borner ici à recommander aux maîtres de forges ce triage, puisque le quartz augmente la masse des laitiers et par suite la consommation des fondants et des combustibles.

Les pyrites de fer se trouvent dans presque tous les filons. Il faut en faire soigneusement le triage

et même abandonner les gîtes qui en contiennent trop. Lorsque les minerais grillés ont été longtemps exposés au contact de l'air, la pyrite disparaît en passant à l'état de sulfate de fer. Si ces minerais étaient fondus immédiatement après avoir été grillés, ils donneraient des aciers de couleur.

Le cuivre pyriteux apporte dans les travaux métallurgiques de l'acier des défauts que rien ne peut corriger. Les aciers sont rouverains ou brisant à chaud. Le grillage et l'exposition des minerais aux intempéries des saisons ne font pas disparaître tout le sulfure de cuivre, et ce qui reste passe en grande partie dans la fonte destinée aux aciers.

Les cuivres gris sont quelquefois plus dangereux encore que le sulfure de cuivre, il y en a qui contiennent de l'arsenic; et lorsque ces deux métaux existent dans les fontes, elles deviennent tout à fait intraitables.

Le zinc sulfuré est un écueil pour la fusion des minerais de fer. Le zinc se volatilise près du creuset, se condense avant d'arriver au gueulard; et ne pouvant sortir ni par le haut ni par le bas du fourneau il finit par l'engorger. Heureusement cette espèce minéralogique est rare dans le pays d'Allevard et ne s'y rencontre qu'en très-petite quantité.

Le plomb sulfuré présente moins d'inconvénients que le zinc sulfuré, car le plomb métallique peut arriver par la coulée avec la fonte: on l'a vu une fois à Riouperoux. Toutefois cependant le soufre du sulfure ne peut être que préjudiciable aux fontes obtenues avec des minerais de fer contenant de la galène. Le pays des Anvers est la

localité du canton d'Allevard où les nids de plomb sulfuré ont été les plus communs.

La baryte sulfatée s'est présentée quelquefois, mais le plus souvent elle demeure inaperçue, parce qu'elle ressemble un peu au carbonate de chaux; assez généralement, là où j'ai vu la baryte, j'ai toujours trouvé du cuivre gris ou du cuivre pyriteux. La réunion de ces substances est toujours dangereuse pour la fonte. Il faut apporter les plus grands soins au triage, et si on peut supposer encore quelques parcelles de baryte sulfatée, il faut employer les minerais les plus manganésés.

Tous les maîtres de forges du département de l'Isère ont reçu du laboratoire de Grenoble les analyses des minerais qui sont à leur disposition, et ils peuvent faire à volonté les fontes que le commerce réclame. Nous avons appris, en procédant du connu à l'inconnu, que les fontes sont d'autant plus propres à la fabrication des aciers, qu'elles proviennent de minerais plus manganésés; et qu'elles sont très-résistantes et propres à la fabrication des canons de la marine, si elles ne sont pas trop carburées, lorsqu'elles ne contiennent pas de manganèse et qu'elles ne renferment que très-peu de silicium.

D'après ces considérations, quand on voudra faire de bonnes fontes pour acier il faudra que le mélange des minerais contienne la plus grande proportion de *rives*, de *mine douce rives*, puis des *rives orgueilleux* et *des mines douces de rives orgueilleux*. Il faut exclure les maillats.

Pour faire les canons de la marine, il faut que le mélange domine *en mine douce maillat*, puis en *rives orgueilleux* et mines douces de *rives or-*

gueilleux. Il ne faut employer que très-peu de maillat.

Les maillats ordinaires sont pauvres en manganèse et très-riches en magnésie; ils sont très-réfractaires et exigent une haute température pour la fusion. Les fontes qu'ils donnent sont très-carburées et contiennent beaucoup de silicium. Elles deviennent impropres à la fabrication des canons; et comme, d'autre part, elles ne contiennent pas de manganèse, ou très-peu, elles ne peuvent pas non plus donner de bons aciers.

L'emploi des maillats est donc bien limité, et cependant dans le canton d'Allevard ils constituent les filons les plus puissants.

Avant 1826, époque de la création du laboratoire de chimie de Grenoble, on donnait tout au hasard pour les mélanges des minerais destinés à la fabrication des fontes à acier ou à canons. Nous étions dans une fausse voie et l'analyse a tout rectifié; nous lui devons, dans ces contrées, tous nos progrès métallurgiques, et je suis convaincu que bientôt les plus belles attributions des ingénieurs des mines seront dans les laboratoires de chimie.

MINERAIS DE FER DU CANTON D'ALLEVARD.

Carbonates.

	A	B	C	D
Proto-carbonate de fer.	81,774	82,35	86,064	79,218
Proto-carbonate de manganèse.	1,496	1,92	2,086	2,992
Carbonate de magnésie. . . .	16,730	15,03	11,150	17,090
Quartz ou gangue.	»	0,70	0,700	0,700
	100,000	100,00	100,000	100,000

	E	F	G	H
Proto-carbonate de fer.	89,15	84,112	82,765	78,559
Proto-carbonate de manganèse.	3,74	4,448	5,185	5,561
Carbonate de magnésie. . . .	6,61	9,900	7,750	8,580
Quartz ou gangue.	0,50	1,550	4,300	7,300
	100,00	100,000	100,000	100,000

Mines douces.

	A′	B′	C′	D′	E′
Peroxide de fer.	83,8	83,0	85,536	86,88	84,25
Oxide de manganèse. . .	1,6	1,7	1,864	2,62	2,85
Magnésie.	0,3	0,3	0,300	0,20	0,40
Quartz ou gangue. . . .	2,0	5,0	1,300	0,30	1,50
Perte par la calcination.	12,3	10,0	11,000	10,00	1,00
	100,0	100,0	100,000	100,00	100,00

	F′	G′	H′	J′	K′
Peroxide de fer.	83,922	76,25	85,68	85,18	78,88
Oxide de manganèse. . .	3,078	2,85	3,42	3,42	3,42
Magnésie.	0,300	0,40	0,40	0,00	1,20
Quartz ou gangue. . . .	1,700	11,50	0,50	0,40	2,50
Perte par la calcination.	11,000	9,00	10,00	11,00	14,00
	100,000	100,00	100,00	100,00	100,00

	L′	M′	N′	O′
Peroxide de fer.	83,71	82,17	78,71	83,84
Oxide de manganèse. . .	3,99	3,93	3,99	4,56
Magnésie.	0,80	0,20	0,80	0,60
Quartz ou gangue.	0,50	2 70	1,00	0,00
Perte par la calcination.	11,00	11,00	15,50	11,00
	100,00	100,00	100,00	100,00

ANNOTATIONS.

Carbonates.

A. La chaume.
Fer spathique, jaunâtre, à très-grandes lames, dit Maillat.

B. Saint-André.
Fer spathique jaune, à grandes lames. Maillat.

C. Saint-Louis ou la République.
Fer spathique, à lames moyennes, blanc jaunâtre. Rives orgueilleux.

D. Grande-Brache.
Fer spathique, à lames moyennes, brun clair. Rives orgueilleux passant au maillat.

E. Grande Taillat.
Fer spathique, à lames moyennes, d'un jaune brunâtre. Rives orgueilleux.

F. Montmayeu.
Fer spathique, à petites lames, d'un brun clair jaunâtre, assez uniformément mêlé de fer oligiste écailleux. Rives.

G. Cabot.
Fer spathique, à très-petites lames, d'un blanc jaunâtre. Rives fin.

H. Saint-André-Loures.
Fer spathique, à très-petites lames, d'un blanc jaunâtre. Rives fin.

Mines douces.

A'. Le Bens.
Ce minerai provient de la décomposition d'un maillat.

B'. Bale-Coupon.
Maillat décomposé.

C'. Fayar.
Rives décomposé.

D'. Ginot.
Maillat décomposé.

E'. Rochemaure.
Maillat décomposé.

F' Malatrait.
Rives décomposé.
G'. Fosse Dutrait.
Rives orgueilleux décomposé.
H'. Tavernes dessous.
Rives décomposé.
J'. Tavernes dessus.
Rives décomposé, mélangé de fer oligiste.
K'. Montpellier.
Rives orgueilleux décomposé.
L'. Marbre.
Rives fin décomposé.
M'. Ravoire.
Rives décomposé.
N'. Grand-Champ, fosse Pillard.
Rives décomposé.
O'. Galerie du Tilleray.
Rives décomposé.

---

36. *Sur la* WARWICKITE *nouvelle espèce minérale*; par M. Shepard. (Amer. Jour., juillet 1838.)

Ce minéral se trouve à Warwick, comté d'Orange, État de New-York. Il est connu depuis longtemps. Il est disséminé dans de la dolomie cristallisée et il est accompagné de brucite, d'idocrase et de spinel noir. Il est en très-petits cristaux, dont la forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique de 93 à 94°. Sa cassure est inégale. Il a un éclat perlé métallique, rouge de cuivre sur les faces de clivage parfait et seulement vitreux sur les autres. Sa couleur varie du brun-marron au gris de fer. Il est opaque, excepté sur les bords minces. Sa poussière est d'un brun chocolat. Sa pesanteur spécifique est de 3,29.

Au chalumeau il est infusible sans addition. Il donne avec le borax un vert-jaune et demi opa-

que tant qu'il est chaud et vert lorsqu'il est froid; une perle opaque jaune avec le carbonate de soude; avec le sel microscomique, un globule rouge de sang à chaud, opaque, et gris rougeâtre lorsqu'il est froid. Dans un tube de verre, il laisse dégager de l'eau et de l'acide fluorique.

Il est légèrement attaqué par l'acide muriatique. Chauffé au creuset de platine, avec cinq fois son poids de carbonate de soude, il donne une masse brune poreuse dans laquelle on ne trouve que du titane, du fer et du manganèse.

La warwickite paraît donc être un fluo-titanate de fer et de manganèse.

---

37. *Sur deux nouveaux minerais de* COBALT *des mines de Skutterud, près Modun, en Norwège*; par M. Schœrer. (Ann. de Pogg., t. 42, p. 546.)

Outre le minerai de cobalt ordinaire, on trouve dans les mines de Modun deux espèces particulières. La première a absolument le même aspect et la même forme que la pyrite arsenicale. Sa pesanteur spécifique est de 6,23. Elle contient :

Soufre. . . .	0,1757
Arsenic. . . .	0,4755
Fer.	0,2654
Cobalt. . . .	0,0831
	0,9997

Il est remarquable que les cristaux renferment d'autant plus de cobalt qu'ils sont plus petits.

La seconde espèce a l'éclat de l'étain. Sa pesanteur spécifique est de 6,78. Elle est compacte, à

cassure conchoïde avec des facettes de fissures tessurales plus ou moins apparentes ; elle cristallise en octaèdres avec facettes subordonnées du cube, ou en dodécaèdres rhomboïdaux. Elles contient :

Arsenic. . .	0,7784
Cobalt. . . .	0,2001
Fer.	0,0069
Soufre. . . .	0,0151
	1,0005

---

38. *Sur deux nouveaux* MINÉRAUX DE COBALT *de Skutterud, en Norwége* ; par M. Wöhler. (Ann. de Pogg., tom. 43, page 591.)

L'une de ces espèces, celle qui ressemble à la pyrite arsenicale et ne s'en distingue que par sa nuance rougeâtre, n'est autre chose qu'un mispickel dans lequel une certaine quantité de fer est remplacée par une quantité correspondante de cobalt. Cette quantité est un peu variable d'un cristal à l'autre. L'analyse m'a donné :

Fer.	39,91
Cobalt. . . .	4,75
Soufre. . . .	17,78
Arsenic. . . .	47,45

Le second minéral, d'un gris de plomb, et quelquefois en masses amorphes, d'autres fois bien cristallisé en cubes, est un speiscobalt renfermant $\frac{1}{3}$ d'arsenic de plus que l'espèce ordinaire. L'analyse m'a donné :

	Cristaux.	Masses compactes.
Cobalt.	18,5	19,5
Fer.	1,3	1,4
Arsenic. . . .	79,2	79 »
	99,0	99,9

Si l'on néglige la petite quantité d'arséniure de fer, on a la formule Co As^3 qui donne cobalt 20,74, arsenic 79,26.

Dans aucun de ces minéraux je n'ai trouvé de nickel.

---

39. *Analyse de deux* CUIVRES *à verdet;* par M. Darcet de l'Académie des Sciences.

J'ai analysé deux plaques de cuivre à verdet provenant de l'usine d'Imphy (Nièvre), dont l'une convenait parfaitement aux acheteurs et l'autre pouvait être considérée comme type des plaques qui ne peuvent pas servir à la fabrication du verdet. La première ne contenait que 0,0035 de substances étrangères, qui consistaient en oxygène, plomb et argent.

La seconde contenait :

Cuivre.	0,9915
Arsenic.	0,0071
Argent.	0,0014
	1,0000

Elle résistait bien plus que la bonne plaque à l'oxidation par le vinaigre, l'acide nitrique faible, l'acide oxalique et le sel ammoniac. C'est à la présence de l'arsenic qu'elle devait cette propriété; au contraire, l'oxygène combiné facilite l'action de l'acide acétique sur le cuivre.

---

40. *Sur la* VOLBORTHITE, *nouveau minéral*; par M. Volborth. (Institut, 1838, p. 430.)

On présume que ce minéral vient des mines de cuivre de Solomirky, situées entre Miask et

Katherinenbourg. C'est un vanadate de cuivre, qui consiste en un amas de petits cristaux rassemblés sous forme globuleuse, de couleur olive, et dont à cause de leur petitesse il est difficile de donner les caractères cristallographiques. Les fragments en sont translucides ou transparents, avec éclat cristallin à la lumière réfléchie. Sa couleur est d'un jaune-vert pâle. Sa pesanteur spécifique est de 3,55.

---

41. *Analyse de* TROIS SORTES DE PIÈCES DE MONNAIE de la Chine et de *la* Cochinchine; par M. P. Berthier.

Ces pièces avaient été recueillies dans le pays même, par M. Gaudichaud, qui faisait partie de l'expédition de la *Bonite*.

Elles étaient toutes à peu près du même module, rondes, de la grandeur et de l'épaisseur des pièces de un franc, et percées à leur centre d'un trou carré, de trois à quatre millimètres de côté; elles portaient sur chaque face des caractères peu saillants et grossièrement tracés, et elles avaient évidemment été fabriquées par moulage. Leur poids variait de 2 à 3 grammes.

Les pièces de la Chine étaient d'un gris bleuâtre, et on a trouvé qu'elles étaient faites en zinc pur, et ne contenant qu'une trace de plomb et de fer.

Les pièces de la Cochinchine étaient les unes d'un rouge de cuivre, et les autres d'un jaune de laiton.

Les pièces rouges ont l'aspect du cuivre rosette impur. Lorsqu'on les lime, elles prennent une

teinte qui tire sur le jaune pâle. Une de ces pièces a donné à l'analyse :

Cuivre.	0,910
Zinc.	0,065
Fer.	0,025
	1,000

Le fer ne devait s'y trouver qu'accidentellement et seulement à l'état de mélange, comme cela se voit fréquemment dans le laiton brut ou *arcot* fait en Europe. Effectivement on a remarqué que ces pièces étaient magnétiques à des degrés fort différents, et que quelques-unes même ne l'étaient pas du tout.

Les pièces jaunes avaient la nuance du laiton commun ; elles étaient très-cassantes et à cassure grise, grenue et mate. On y a trouvé :

Cuivre.	0,79
Zinc.	0,10
Plomb.	0,07
Étain.	0,04
Fer.	trace.
	1,00

Ces pièces sont toutes très-mal fabriquées, et il paraît que l'on ne cherche pas à leur donner un titre fixe.

---

42. *Sur le* SÉLÉNIURE DE MERCURE; par M. H. Rose. (Institut, 1839, pag. 90.)

Del Rio et Kersten ont déjà fait connaître quelques minerais de mercure venant de Mexico qui contiennent du sélénium; mais jusqu'ici ces minerais paraissent n'avoir été rencontrés qu'en très-

faible quantité. Tout récemment, M. Ehrenberg a reçu un envoi de minéraux de M. Carl Ehrenberg, directeur des mines de Real del Monte au Mexique, parmi lesquels se trouvait une série de minerais de mercure qui ont été rencontrés à San Onufre, où ils sont si abondants qu'on a l'intention de les exploiter en grand pour en extraire le mercure. Le minerai mercuriel ressemble, quant à l'éclat et à la couleur, au cuivre gris (*fahlerz*), et se rencontre, sans le moindre indice de structure feuilletée, disséminé dans une gangue de spath calcaire et de spath pesant dont il est extrêmement difficile de le séparer pour une analyse quantitative. Il est complétement volatil; le sublimé réduit en poudre est noir, sans aucun point ou reflet rouge.

Ce minerai consiste en séléniure et sulfure de mercure, et l'analyse quantitative démontre que sa composition se rapproche beaucoup de 1 atome du premier combiné avec 4 atomes du second. Il est probable que ces deux corps isomorphes peuvent se combiner ensemble en toutes proportions.

---

43. *Examen des produits du traitement des* MINERAIS D'ANTIMOINE PLOMBEUX *et* ARGENTIFÈRES, *à Carcassonne;* par M. P. Berthier.

La grande chaîne des Pyrénées est très-pauvre en minerais utiles; mais la petite chaîne qui lui sert de contre-fort au nord, et dont Quillau occupe le centre, renferme au contraire un grand nombre de gîtes importants de minerais métalliques, qui ont été l'objet d'exploitations considérables sous

la domination romaine et même dans des temps plus modernes, jusqu'à l'époque de la découverte du Nouveau-Monde. La chaîne des montagnes Noires qui longe la large vallée de Carcassonne, recèle aussi beaucoup de gîtes de nature semblable, et même, à ce qu'il paraît, plus étendus. Les minerais qui constituent ces gîtes renferment du plomb, du cuivre, de l'antimoine et de l'argent. Ce dernier métal s'y trouve quelquefois en proportion considérable; quelques échantillons en ont donné jusqu'à un centième à l'essai.

Ces gîtes sont loin d'avoir été épuisés par les travaux des anciens; après avoir été délaissés pendant trois ou quatre siècles, ils ont attiré, dans ces derniers temps, l'attention des spéculateurs; et plusieurs compagnies se sont constituées dans le but de les explorer tous, et de reprendre l'exploitation de ceux qui présenteraient des chances de succès.

L'une de ces compagnies, qui porte le nom de compagnie Paliopy, possède, dans l'espace sur lequel elle a étendu ses recherches, plusieurs gîtes qui fournissent principalement des minerais d'antimoine. Le minerai que l'on extrait de celui de ces gîtes que l'on désigne sous le nom de la Bouzole, est d'une nature particulière. On n'a pas pu, à cause de cela, le traiter par les moyens ordinaires, et il a fallu, pour en tirer parti, chercher un procédé nouveau qui lui fût applicable. C'est le résultat des essais qui ont été faits, tant en petit qu'en grand, sur ce minerai, que je vais faire connaître dans cet article.

Gîte d'antimoine de la Bouzole.

Le gîte de la Bouzole est situé dans la chaîne dont Quillau occupe le centre, dite chaîne des Corbières; cette chaîne se compose de schistes qui

alternent avec des couches de grauwacke et de calcaire de transition. Elle est bordée, au nord et au sud, par une bande de terrain crétacé; et vers l'ouest, où elle touche aux Pyrénées, elle montre la craie à une hauteur très-considérable. Le gîte d'antimoine paraît être un filon couche. Le minerai suit, dans toute son étendue et son inclinaison, un banc de calcaire gris qui est interposé à un schiste argileux, souvent très-riche en calcaire. Presque toujours le toit et le mur sont faciles à reconnaître; mais, dans la profondeur, la couche s'incline beaucoup, et paraît perdre de sa conformité avec la roche environnante, et l'on y rencontre souvent des nids de sulfate de baryte qui caractérisent les filons dans le voisinage. La puissance de la couche varie de $0^m,30$ à $1^m,50$; le plus souvent le minerai se tient vers le toit; il disparaît souvent tout à coup, mais on le retrouve de nouveau subitement en suivant la couche calcaire sur une étendue plus ou moins grande.

Nature du minerai.

On dit que l'on rencontre çà et là de la bournonite dans le gîte de la Bouzole; mais le minerai qui en constitue la plus grande partie est un sulfure double d'antimoine et de plomb, contenant une quantité d'argent très-notable et suffisante pour qu'il y ait de l'avantage à l'extraire. Ce minerai est en masses cristallines, à cassure fibreuse, fort peu différent pour l'aspect du sulfure d'antimoine pur. L'acide muriatique l'attaque complétement et très-facilement; en concentrant la dissolution, y ajoutant un peu d'alcool, et lavant le résidu avec un mélange d'acide muriatique et d'alcool, on recueille tout le plomb à l'état de chlorure, et mêlé seulement d'une très-petite

quantité de sulfure de cuivre qui résiste à l'action de l'acide muriatique. En précipitant ensuite la liqueur avec de l'ammoniaque, et en calcinant le précipité avec un peu d'acide nitrique, on a l'antimoine à l'état d'acide antimonieux légèrement coloré en rouge par une petite quantité de fer. L'analyse d'un échantillon de minerai, séparé de sa gangue en grand par fusion, a donné :

Plomb.	0,410
Antimoine. . .	0,370
Cuivre.	0,004
Fer.	0,004
Soufre et perte.	0,212
	1,000

Résultat qui montre que le minerai de la Bouzole se rapporte à l'espèce nommée jamesonite, puisque celle-ci, à l'état de pureté, est composée de :

Plomb. . .	0,4365	Sulfure de plomb. .	0,507—3 at.
Antimoine.	0,3588	Sulfure d'antimoine.	0,493—2
Soufre. . .	0,2047		
	1,0000		1,000

En fondant le minerai de la Bouzole avec dix parties de litharge et une partie et un dixième de nitre, on obtient environ son poids de plomb qui passe bien à la coupellation, et qui laisse 0,0008 d'argent, ou 1 once 2 gros 20 grains au quintal, poids de marc. Il paraît, d'ailleurs, qu'il n'a pas toujours la même teneur, car M. Braun, ingénieur de la compagnie, porte cette teneur à 0,0012 ou 0,0013, d'après les essais qu'il a faits.

Méthode de traitement.

On connaît deux méthodes de traiter le sulfure d'antimoine pur pour en extraire du régule. Elles consistent : la première, à griller ce sulfure et à

le fondre ensuite avec un excès de tartre pour tout réduire ; et la seconde, à le fondre immédiatement avec du fer. Si l'on appliquait l'une ou l'autre de ces méthodes au traitement du minerai de la Bouzole, on n'obtiendrait qu'un alliage de plomb et d'antimoine qui renfermerait en même temps tout l'argent. Or, d'abord il serait difficile et très-dispendieux d'extraire l'argent d'un pareil alliage ; et, en second lieu, cet alliage ne contînt-il pas d'argent, on ne saurait quel parti en tirer, parce que, bien qu'il fût facile de l'employer pour fabriquer des caractères d'imprimerie, en y ajoutant une proportion de plomb suffisante, les fondeurs refusent d'en faire usage, pour n'avoir pas à changer leurs habitudes. M. Paliopy s'est donc trouvé dans la nécessité de chercher un procédé qui lui permît d'obtenir séparément le plomb et l'antimoine contenus dans le minerai, sinon dans un état parfait de pureté, parce que cela n'est pas praticable avec économie, du moins aussi peu mélangés l'un avec l'autre qu'il serait possible. Après bien des tâtonnements, il s'est arrêté au moyen suivant :

On réduit le minerai en poudre fine sous des meules ; on le grille aussi complétement que possible au four à réverbère, en ayant soin d'éviter de l'agglutiner, et on le fond ensuite dans des creusets avec addition du quart de son poids seulement de *salin* (1), afin de ne le réduire

---

(1) Le salin que l'on emploie à Carcassonne est d'un brun foncé. Il a été trouvé composé de :

Potasse.	0,486
Acide carbonique. . . .	0,162
Acide sulfurique.	0,095

qu'en partie. Il en résulte du plomb antimonial qui entraîne la presque totalité de l'argent, et une scorie dans laquelle l'antimoine se trouve concentré. En fondant cette scorie avec le dixième de son poids de salin, elle donne du plomb très-antimonial et une seconde scorie qui, fondue une troisième fois, avec addition de 0,300 de salin et 0,10 de charbon de bois en poudre, produit de l'antimoine peu plombeux dans lequel il n'y a pas du tout d'argent. Cet antimoine est purifié à la manière ordinaire, et livré ensuite au commerce qui le reçoit à un prix un peu inférieur à celui du régule pur. Quant au plomb antimonial, on se propose de le soumettre à la coupellation pour en extraire l'argent, et l'on cherchera ensuite à tirer le parti le plus avantageux des litharges qui résulteront de cette opération.

Minerai grillé. Ordinairement le minerai grillé en grand ne retient pas de sulfure en quantité notable, mais il contient une proportion assez considérable de sulfate de plomb, en sorte que le sulfure de plomb combiné avec le sulfure d'antimoine se comporte dans le grillage comme lorsqu'il est isolé. Un échantillon de matière grillée en grand, qui provenait probablement d'un mélange de minerai

---

Chlore.	0,021
Silice.	0,010
Eau et matière organique.	0,226
	1,000

En le fondant avec de la litharge, il produit 0,40 de plomb, d'où il suit que les matières organiques qu'il renferme équivalent à 0,012 de charbon.

de la Bouzole et de sulfure d'antimoine pur, a été trouvé composé de :

Oxide d'antimoine.	0,620
Oxide de plomb.	0,322
Oxide de fer et argile.	0,018
Acide sulfurique.	0,040
	1,000

10 gr.	de ce minerai, fondus avec
5	carbonate de soude,
1	charbon,
16	

ont donné un culot d'un gris de plomb, cassant et à grandes lames, pesant 6$^{g.}$,6 au moins. Ce culot, refondu avec 50 gr. de litharge et 3 gr. de nitre, s'est changé en un culot de plomb bien ductile, qui a bien passé à la coupellation, et qui a laissé un bouton d'argent pesant 0$^{g.}$,011=0,0011, ou 1 once 6 gros au quintal.

Les scories provenant de la réduction partielle de ce minerai grillé, ayant été essayées avec 0,5 de carbonate de soude et 0,10 de charbon, ont donné 0,60 d'antimoine plombeux, qui, refondu avec son poids de litharge et 0,2 de nitre, s'est changé en plomb ductile, dans lequel on n'a trouvé qu'une trace d'argent par la coupellation.

Il était évident d'après cela que le régule ne devait pas non plus contenir d'argent; néanmoins on s'en est assuré par une expérience directe, en fondant :

10 gr.	du métal avec
50	de litharge et
5	de nitre,
65	

et coupellant le culot de plomb obtenu; ce culot, qui pesait 5g.,5, n'a laissé qu'un bouton tout à fait impondérable.

On voit donc qu'en suivant la méthode qui vient d'être décrite, on concentre une grande partie du plomb et la presque totalité de l'argent dans le premier produit de la réduction, tandis qu'au contraire, la plus grande partie de l'antimoine se trouve dans le dernier produit et sans qu'il y reste une quantité notable d'argent. Mais quant à la pureté réciproque du plomb et de l'antimoine, elle dépend de la proportion de fondant que l'on emploie, parce que ce fondant portant avec lui son réductif, plus on en met, plus on obtient de plomb allié, mais en même temps plus est grande la proportion d'antimoine que contient cet alliage. J'ai analysé deux échantillonsde plomb envoyés au laboratoire par M. Paliopy, et j'y ai trouvé :

Plomb antimonial.

	Dans le 1er.	Dans le 2e.
Plomb }		0,745
Cuivre }	0,880	0,014
Fer. . }		0,012
Antimoine. . . .	0,120	0,224
	1,000	0,995

La composition du premier se rapproche beaucoup de celle de l'antimoniure Pb^{5}Sb, qui contiendrait :

Plomb.	0,894
Antimoine. . . .	0,106

La composition du second s'éloigne peu de celle de l'antimoniure Pb^{2}Sb, qui renferme :

Plomb.	0,762
Antimoine. . . .	0,238

J'ai recherché la proportion d'argent contenu

dans chacun de ces échantillons, et pour cela je les ai d'abord fondus avec de la litharge et du nitre, pour en séparer la plusgrande partie de l'antimoine et les rendre susceptibles de passer à la coupellation sans scorification préalable.

Le premier échantillon, fondu avec 10 parties de litharge et $\frac{1}{2}$ partie de nitre, a donné 0,65 de plomb bien ductile, qui, par coupellation, a laissé 0,002 d'argent, ou 3 onces 2 gros au quintal. Le second, traité de la même manière, n'a donné que 0,0011 d'argent, ou 1 once 6 gros au quintal.

Régule plombeux.

J'ai analysé aussi deux échantillons de régule : l'un était cristallisé à grandes lames miroitantes et se pulvérisait facilement ; l'autre était cristallisé à lames moyennes ; sa couleur était le blanc gris, et il recevait l'empreinte du marteau avant de se rompre sous le choc. Ils contenaient :

	Le premier.	Le second.
Antimoine.	0,915	0,730
Plomb.	0,085	0,270
	1,000	1,000

Les alliages atomiques dont ils se rapprochent le plus par leur composition sont ceux qui renfermeraient :

Antimoine. . . .	0,918 —	18 at.	0,713 —	4 at.
Plomb.	0,082 —	1	0,287 —	1

Moyen d'analyse

On fait très-commodément l'analyse des alliages de plomb et d'antimoine, quelle que soit leur composition, en les traitant par l'acide muriatique, après qu'on les a réduits en feuilles aussi minces que possible au laminoir s'ils sont ductiles, ou qu'on les a amenés à l'état de poudre fine lorsqu'ils sont cassants. L'acide les attaque

avec un vif dégagement de gaz hydrogène, même à froid, et d'autant plus vivement et plus rapidement que la proportion d'antimoine est plus grande; et si l'on prolonge l'action de cet acide pendant un temps suffisant et en l'aidant de la chaleur vers la fin, tout le plomb se trouve transformé en chlorure et l'antimoine reste disséminé en poudre métallique au milieu de ce chlorure. On enlève le chlorure au moyen de l'eau bouillante, on desséche le résidu et on le pèse, puis on l'examine pour savoir s'il ne retient pas de plomb; à cet effet on le traite par l'acide muriatique, auquel on ajoute successivement de très-petites doses d'acide nitrique jusqu'à ce que l'attaque soit complète, et on laisse refroidir la liqueur après l'avoir concentrée. Si l'antimoine retenait du plomb, ce métal se sépare à l'état de chlorure sous forme d'aiguilles d'un blanc satiné; dans le cas contraire, la dissolution ne donne aucun dépôt. D'un autre côté, comme il peut arriver que vers la fin de l'opération l'acide muriatique dissolve une petite quantité d'antimoine, on concentre les dissolutions du chlorure de plomb jusqu'à réduction à un très-petit volume, on laisse refroidir, on décante l'eau-mère, et on y recherche la petite quantité d'antimoine qu'elle peut contenir : ordinairement cette quantité est tout à fait négligeable.

Le plomb pur n'est pas attaqué à froid par l'acide muriatique, même concentré, hors du contact de l'air; à chaud, il est attaqué avec dégagement de gaz hydrogène, mais très-lentement. Sa combinaison avec l'antimoine le rend beaucoup plus attaquable, comme on vient de le voir. Néanmoins, lorsqu'il n'en contient que quelques

centièmes, l'action de l'acide est lente, et tout le plomb ne peut pas être transformé en chlorure sans qu'une portion de l'antimoine ne se dissolve en même temps. Au contact de l'air, le plomb le plus pur se chlorure rapidement, lorsqu'on le tient constamment humecté d'acide muriatique.

L'antimoine pur se chlorure aussi par l'acide muriatique au contact de l'air; mais en vases clos il n'est nullement attaqué par cet acide, même lorsque celui-ci est concentré et bouillant. Quand il contient du plomb, en si petite quantité que ce soit, ce métal se dissout très-facilement et se dissout seul, en sorte que ce serait peut-être un moyen susceptible d'être employé en grand, pour amener à l'état de pureté de l'antimoine qui ne contiendrait que quelques centièmes de plomb.

Divers antimoniures.

La faculté que l'antimoine communique au plomb de se chlorurer si rapidement par l'acide muriatique est toute spéciale, car les autres antimoniures sont en général inattaquables par cet acide, même ceux qui renferment un métal que le même acide dissout avec une grande rapidité à l'état isolé. Ainsi, par exemple, l'antimoine de fer FeSb, qui contient 0,296 de fer, est tout à fait inattaquable par l'acide muriatique concentré à froid, et à la chaleur de l'ébullition il l'est si faiblement, qu'au bout de plusieurs jours l'acide ne lui enlève que 0,04 de fer. L'antimoniure d'argent $AgSb^2$ est absolument inattaquable. L'antimoniure de cuivre, contenant 0,185 d'antimoine, ne l'est pas non plus en vases clos; mais ce même antimoniure, tenu humecté d'ammoniaque au contact de l'air, s'oxide très-rapidement et se recouvre d'une combinaison verte, qui renferme du cuivre, de l'antimoine et de l'ammoniaque.

Traitement par liquation.

Le mode de traitement employé par M. Paliopy pour séparer l'un de l'autre, aussi bien qu'il a pu le faire, le plomb et l'antimoine que renferme le minerai de la Bouzole, ne laisse pas que d'être compliqué, et il occasionne d'assez grandes dépenses, puisqu'il exige que l'on fonde la matière grillée à trois reprises dans des creusets, en ne la réduisant que partiellement dans les deux premières fusions. M. Braun ayant reconnu que lorsqu'on soumet un antimoniure de plomb à la liquation, les premiers produits qui s'en écoulent sont très-riches en plomb, tandis que les derniers n'en contiennent que fort peu, on a l'intention de mettre cette observation à profit, et l'on se propose désormais de réduire complétement le minerai grillé par une seule fonte, pour traiter ensuite par liquation l'alliage que l'on obtiendra. On pense que de cette dernière opération il résultera 1° du plomb qui ne contiendra que 0,10 à 0,20 d'antimoine, et que l'on pourra coupeller immédiatement; 2° de l'antimoine qui ne retiendra que 0,10 à 0,20 de plomb, que l'on tâchera d'amener à un plus haut degré de purification; 3° et un alliage intermédiaire renfermant environ parties égales de chacun des deux métaux, et qu'il faudra liquater de nouveau. Si ce procédé réussit, comme tout porte à le croire, il aura sur l'ancien l'avantage d'être à la fois plus simple et plus économique.

Dépenses.

On calcule que pour traiter par cette méthode 1000 kilog. de minerai purifié par fusion, les dépenses seront telles qu'il suit:

		fr.
Grillage		50,00
Fusion	400 kilog. de salin	256,00
	charbon de bois	10,00
	150 creusets	75,00
	40 quintaux de houille	70,00
	main-d'œuvre, etc.	115,00
Liquation		10,00
Coupellation		5,00
		591,00

et l'on croit que l'on pourra encore réduire ces dépenses de 192 fr., en remplaçant le salin par le sel de soude, qui est beaucoup moins cher.

La valeur des produits dépendra de la richesse du minerai en argent, qui est variable, et du degré de pureté auquel on amènera le régule; car tandis que le régule tout à fait pur se vend au moins 200 fr. les 100 kilog., le prix du régule plombeux ne dépasse guère 150 fr.

Expériences de laboratoire

J'ai fait, sur le sulfure d'antimoine plombeux cru et grillé, un certain nombre d'expériences de laboratoire que je crois à propos de rapporter ici, parce qu'elles jetteront quelque lumière sur la manière dont il se comportera dans les opérations auxquelles on pourra avoir occasion de le soumettre en grand.

Minerai grillé et flux noir.

10 gr. minerai de la Bouzole grillé,
2 carbonate de soude,
1 charbon,
13 gr.

ont donné 7gr.,3 d'antimoniure de plomb demi-ductile, et une scorie brune qui était notablement sulfureuse;

50gr.,0 du même minerai,
5gr.,0 carbonate de soude,
0gr.,4 charbon,
55gr.,4

ont donné un culot pesant $5^{gr.},5 = 0,11$, et une scorie vitreuse, noire et opaque. Le culot était d'un gris de plomb; en le coupellant après l'avoir scorifié, on a trouvé qu'il contenait $0^{gr.},032$ d'argent, 0,00064 du poids du minerai, c'est-à-dire moins des deux tiers de ce que celui-ci en renferme,

$30^{gr.},0$ de la scorie ayant été fondus avec :
$5^{gr.},0$ carbonate de soude,
$0^{gr.},4$ charbon,
$35^{gr.},4$

on en a retiré $8^{gr.},5$ d'alliage demi-ductile. Comme la scorie tout entière aurait pesé environ 50 gr., elle aurait donné 14 gr. d'alliage, et il s'ensuit que le minerai en aurait rendu 0,45 dans les deux opérations.

$20^{gr.},0$ minerai grillé,
$4^{gr.},0$ carbonate de soude,
$0^{gr.},8$ charbon,
$24^{gr.},8$

ont donné un culot demi-ductile pesant $10^{gr.} = 0,50$, surmonté d'une scorie opaque d'un brun chocolat très-foncé.

On a fondu le culot métallique, pesant

10 gr. avec
50 de litharge,
2 de nitre,
62 gr.

et on l'a transformé ainsi en un culot de plomb bien ductile, sans que son poids ait varié. Ce culot a laissé à la coupellation $0^{gr.},022$ d'argent, ce qui revient à 0,0011 du poids du minerai, et à 0,0022 du poids de l'alliage, = 3 onces 4 gros au quintal.

Minerai cru et carbonate de soude.

10 gr. minerai de la Bouzole, avec
5 carbonate de soude,
15

ont donné un culot demi-ductile, pesant 1gr.,6 =0,16, et une scorie couleur chocolat; avec 10 gr. de carbonate de soude, le culot pèse 3gr.,3=0,33; avec 20 gr. du même flux, le culot pèse 4gr.=0,40; et en scorifiant et coupellant ce culot, on trouve qu'il contient tout l'argent que renferme le minerai. On peut obtenir jusqu'à 0,46 d'alliage, en employant 40 gr. de carbonate de soude; mais c'est là la proportion maximum. Quand on ajoute du nitre en quantité suffisante au carbonate de soude, la scorie ne contient pas de sulfure, et le culot, beaucoup plus ductile, passe mieux à la coupelle. Quand on délaye dans l'eau les scories qui proviennent de ces différents essais, il se dissout avec le sulfure alcalin beaucoup de sulfure d'antimoine que l'on peut précipiter par un acide, et l'on reconnaît que le résidu contient une quantité très-notable de sulfure de plomb qui se trouve mêlé avec le reste du sulfure d'antimoine. Si l'on employait en grand ce mode de traitement, il faudrait recueillir le résidu du lavage des scories, et le refondre comme le minerai lui-même.

Dans les deux séries d'expériences que je viens de faire connaître, le plomb s'est séparé du minerai de préférence à l'antimoine, et ce dernier métal s'est concentré dans les scories. Quand on fond le même minerai avec du fer seul ou mélangé avec du flux noir, les effets sont tout à fait inverses, et c'est l'antimoine qui se sépare le premier.

Minerai cru et fer métallique.

On a d'abord opéré sur un mélange artificiel, composé de deux parties de sulfure d'antimoine, et une partie de sulfure de plomb, et contenant par conséquent :

Antimoine.	0,485
Plomb.	0,289
Soufre.	0,226
	1,000

Ce mélange, fondu avec 0,10 de fer, a donné 0,145 d'un alliage cassant, cristallisé à grandes lames, et d'un beau blanc comme l'antimoine. Avec 0,20 de fer il a donné 0,31 d'alliage bulleux; avec 0,36 de fer, l'alliage pesait 0,66, et il ressemblait à de la galène; enfin en portant la proportion de fer à 0,50, on n'a obtenu qu'une matte homogène cassante, à cassure lamellaire, et d'un gris de plomb foncé, qui devait être un antimonio-sulfure de plomb et de fer.

J'ai ensuite répété ces expériences avec le minerai de la Bouzole, pour examiner la nature des alliages que le fer en sépare, et pour rechercher ce que devient l'argent.

100 gr. de ce minerai,
10 de fer métallique (petits clous),
110

ont donné un culot métallique pesant 15gr.,5, lamelleux et semblable à du régule d'antimoine, et une matte grise qui devait peser 95 gram. environ.

60 gr. de cette matte, fondus avec
6 de fer métallique,
66

ont donné une matte grise et un culot métallique semblable au précédent, pesant 10gr.,15. Les 95 gr. en auraient donc produit 16gr.,5 environ; ainsi, dans les deux opérations, on a extrait 32 gr. d'alliage métallique des 100 gr. de minerai.

Le premier culot, du poids de 15gr.,5, ayant

été fondu avec 150 gr. de litharge et 3 gr. de nitre, on a eu 24 gr. de plomb ductile, qui par coupellation a laissé $0^{gr.}$,014 d'argent, ce qui équivaut à 0,00014 du poids du minerai, et à 0,0009 du poids de l'alliage.

Le second culot, fondu avec 100 gr. de litharge et 8 gr. de nitre, a donné $0^{gr.}$,009 d'argent, ce qui représente aussi 0,00014 du poids du minerai: il a dû rester dans la dernière scorie plus de la moitié de l'argent que renfermait le minerai.

100 gr. minerai de la Bouzole,
20 fer métallique,
———
120

ont donné un culot pesant 25 gr., cristallin à grandes lames miroitantes, mais d'un blanc un peu gris, et une matte métalloïde qui devait peser environ 90 gr.

50 gr. de cette matte, fondus avec
5 de fer métallique,
———
55

ont donné $10^{gr.}$,5 d'alliage cristallisé, mais d'un blanc très-gris, ce qui revient à 19 gr. pour les 90 gr. de matte.

L'essai fait sur une portion du premier culot a montré qu'il contenait $0^{gr.}$,033 d'argent, 0,00033 du poids du minerai, et l'on a trouvé de plus qu'il se composait de 0,85 d'antimoine et 0,15 de plomb.

Le second alliage avait à peu près la même richesse en argent que le premier, mais sa composition était fort différente; il contenait seulement 0,64 d'antimoine, et par conséquent 0,36 de plomb.

Minerai cru avec flux noir et fer.

Quand on fond le minerai de la Bouzole cru avec le cinquième de son poids de flux noir, on

en obtient 0,15 à 0,20 d'alliage très-antimonial qui n'entraîne que 0,00016 d'argent. Si l'on réunit l'action de ce flux à celui du fer, les culots pèsent davantage et contiennent toujours beaucoup plus d'antimoine que de plomb. En employant 0,50 de flux, on obtient 0,35 d'alliage à grandes lames avec 0,10 de fer, 0,50 d'alliage lamelleux avec 0,20 de fer, 0,66 d'alliage à grains écailleux avec 0,30 de fer, et enfin 0,70 d'alliage grenu mais à peine cristallisé avec 0,40 de fer.

Quand on ajoute au fer un poids égal au sien de sulfate de soude, mêlé d'un cinquième de charbon, ce qui équivaut à du sulfure de sodium, la matière prend très-promptement une grande liquidité, mais le culot métallique a absolument la même composition et le même poids que lorsque l'on n'emploie que du fer seul.

Il résulte de tout ce qui vient d'être dit, que quand on fond le sulfure de plomb et d'antimoine à l'état cru, avec un flux oxidant, comme le carbonate de soude seul ou mêlé avec du nitre, ou bien le même sulfure double préalablement grillé avec un réductif, il se sépare relativement beaucoup plus de plomb que d'antimoine, tandis que c'est l'inverse qui a lieu lorsqu'on traite le sulfure double par un désulfurant non oxidant, le fer par exemple ou le fer mêlé de flux noir, etc.

Dans le traitement par le fer, on remarque que le poids des métaux qui se séparent n'équivaut pas atomiquement au poids du fer employé ; il paraît qu'alors la matte retient une certaine quantité d'antimoniure de plomb en combinaison avec les sulfures ; effectivement la tendance qu'a l'antimoniure de plomb à se combiner avec les sulfures est telle que l'on ne peut pas désulfurer le plomb

par l'antimoine, non plus que l'antimoine par le plomb, et que lorsque l'on fond par exemple

Galène et antimoine

44gr.,8698 de galène pur.	3 at.	
avec 16gr.,1290 d'antimoine.	2 at.	
60gr.,9988		
ou 22gr.,1640 de sulfure d'antimoine.	1 at.	
avec 38gr.,8350 de plomb métallique. .	3 at.	
60gr.,9990		

Sulfure d'antimoine et plomb.

on obtient deux composés identiques, parfaitement homogènes, et qui doivent contenir à la fois du sulfure d'antimoine, du sulfure de plomb et de l'antimoniure de plomb. Ces composés ressemblent à de la galène, et lorsqu'on les traite par l'acide muriatique, ils laissent un résidu d'antimoine pur.

Quel que soit le procédé métallurgique que l'on adopte pour traiter en grand le minerai de la Bouzole, il en résultera toujours du régule d'antimoine plombeux et du plomb plus ou moins antimonial, et dont il faudra séparer l'argent.

Scorification du régule plombeux.

On sait que le fer se dissout dans les antimoniures de plomb, sans en séparer ce métal. Le nitre les attaque en oxidant simultanément une portion des deux métaux, et sans changer beaucoup la composition de l'alliage. La scorification paraît être le seul moyen que l'on puisse employer pour séparer le plomb et l'antimoine l'un de l'autre; mais comme dans cette opération l'antimoine est volatilisé ou oxidé en totalité, et qu'on ne pourrait le recueillir qu'à l'aide de grands appareils de condensation, il est douteux que ce moyen soit praticable avec économie; quoi qu'il en soit, l'expérience suivante donnera une idée du résultat que l'on pourrait en attendre.

On a mis dans un scorificatoire 30 gr. de régule qui contenait environ le septième de son poids de plomb, et on a chauffé le scorificatoire sous une moufle : il s'en est bientôt dégagé d'épaisses fumées antimoniales, et la combustibilité de l'alliage était telle qu'en retirant le têt du fourneau, et dirigeant dessus le vent d'un soufflet, le métal devenait rouge de feu, absolument comme aurait fait un morceau de charbon embrasé. On a arrêté l'opération avant l'oxidation complète, et lorsque le culot qui restait dans le têt pesait encore 5gr.,2 = 0,173. Ce culot était demi-ductile, et on a trouvé qu'il contenait 3gr.,2 de plomb (ou environ 0,60), c'est-à-dire près des trois quarts de ce qu'en renfermaient les 30 gr. de régule scorifié. La plus grande partie de l'antimoine s'était volatilisée, aussi la surface du culot était-elle lisse et pure de scorie; seulement le scorificatoire était enduit d'un léger vernis vitreux couleur café, qui devait être composé d'oxide de plomb et d'oxide d'antimoine.

Coupellation du plomb antimonial.

Lorsque l'on coupellera le plomb antimonial pour en séparer l'argent, il se volatilisera beaucoup d'antimoine, surtout au commencement de l'opération, et il sera nécessaire de faire passer les fumées dans des conduits de condensation pour recueillir l'oxide qu'elles déposeront. En outre, les litharges seront très-antimoniales, et il y a beaucoup d'usages auxquels elles ne pourront pas convenir à cause de cela; je crois que le meilleur moyen d'en tirer parti serait de les traiter par l'acide acétique pour en faire de l'acétate de plomb, et subséquemment de la céruse, si on le jugeait convenable; elles ne se dissoudraient pas complétement à beaucoup près, parce que l'oxide

d'antimoine resterait en totalité dans le résidu à l'état de combinaison avec de l'oxide de plomb. En réduisant ce résidu, on aurait du plomb très-antimonial que l'on soumettrait à la liquation, et il serait très-facile de préparer avec les divers produits de ce traitement un alliage qui fût propre à être immédiatement employé pour fabriquer des caractères d'imprimerie. Un jour sans doute les personnes qui fabriquent ces caractères, mieux éclairées sur leurs intérêts, se décideront à s'en servir, ce qu'elles refusent de faire aujourd'hui.

Traitement de litharges par l'acide acétique.

Ayant coupellé 10 gr. de plomb très-antimonial provenant du traitement du minerai de la Bouzole, on a recueilli ensuite avec soin toutes les parties de la coupelle qui étaient imprégnées de litharge, on les a réduites en poudre fine, et on a fait digérer cette poudre avec de l'acide acétique jusqu'à ce qu'elle fût décolorée, en chauffant vers la fin; puis on a filtré et on a recherché la quantité d'oxide de plomb contenue dans la liqueur : on en a trouvé 5gr.,50, ce qui représente une quantité de plomb égale au moins à la moitié de la matière métallique coupellée.

Le minerai de la Bouzole grillé en grand, tel qu'il m'a été remis, n'est pas du tout attaquable par l'acide acétique, parce que l'oxide de plomb y est retenu en combinaison tant par l'acide sulfurique que par l'oxide d'antimoine.

Galène et oxide d'antimoine.

On sait que la galène et la litharge se décomposent réciproquement avec facilité, et se transforment en plomb métallique par leur action mutuelle. La galène et l'oxide d'antimoine se combinent au contraire sans se décomposer, et telle est la tendance que ces deux substances ont à s'unir, que la présence d'une très-petite quantité

d'oxide d'antimoine suffit pour empêcher, ou du moins pour rendre incomplète la réduction de la galène par la litharge.

La galène fondue avec du minerai de la Bouzole grillé, donne une scorie compacte vitreuse, noire et opaque, et s'il y a excès de galène, cet excès se sépare et se réunit au fond du creuset.

Un mélange de 10 gr. de galène et de 20 gr. de litharge, fondu avec 10 gr. de minerai de la Bouzole grillé, ne donne que 1 gr. de plomb; avec 5 gr. de minerai, il donne 6 gr. de plomb, avec 2 gr. il en donne 9 gr., et enfin avec 0gr.,50 il n'en donne que 14 gr.; tandis que sans l'oxide d'antimoine il en aurait produit plus de 25 gr.

---

44. *Sur la* JAMESONITE AURIFÈRE de Pont-Vieux, département du Puy-de-Dôme; par M. P. Berthier.

Ce minerai a été découvert il y a quelques années en faisant des travaux de terrassement sur la route de Clermont à Aurillac, dans un endroit qui porte le nom de Pont-Vieux, commune de Tauves.

Il est en masses compactes, à cassure presque grenue, intimement mêlé de gangue pierreuse, d'un gris foncé presque sans éclat, et ayant dans quelques parties une teinte bronzée très-prononcée. On y a trouvé :

Sulfure de plomb.	0,289
Sulfure d'antimoine. . . .	0,273
Pyrite de fer.	0,235
Gangue pierreuse.	0,203
	1,000

C'est évidemment une jamesonite $2\ddot{\ddot{S}}b + 3\dot{P}b$.

Il y a des échantillons qui paraissent contenir de la blende.

En fondant 10 gr. de ce minerai avec 20 gr. de flux noir et 1gr.,8 de fer métallique, on n'obtient que 3 gr. d'alliage plombeux, et celui-ci ne laisse à la coupellation que 0gr.,001 d'argent aurifère = 0,0001.

Mais si l'on fond

10 gr. de minerai,	
100 gr. de litharge,	
10 gr. de nitre,	
120 gr.	

on obtient 8 gr. de plomb pur qui laisse à la coupellation un bouton pesant 0gr.,015, ce qui donne pour maximum de richesse 0,0015, à cause de la petite quantité d'argent qui provient de la litharge.

On trouve dans l'argent une quantité d'or très-notable, et telle qu'il y aura probablement de l'avantage à l'extraire en grand si le minerai est assez abondant pour que l'on entreprenne de l'exploiter.

---

45. *Nouvel examen du* MINERAI DE PLOMB ARGENTIFÈRE de Saint-Santin (Cantal); par M. P. Berthier.

On avait annoncé que le minerai de Saint-Santin s'appauvrissait en argent par le lavage. Ce fait étant contraire à tout ce qui a été observé jusqu'à ce jour, et pouvant avoir une grande influence sur les résultats du traitement en grand, on a jugé utile d'en contrôler l'exactitude par une expérience directe.

On s'est procuré 100 grammes de schlich brut provenant de la pulvérisation en grand de toutes les variétés de minerais triés, mais encore mélangés de leur gangue, et l'on a soumis ce schlich au lavage à l'augette à main, en recueillant tous les produits; on l'a partagé ainsi en :

40 gr. de gros sable resté sur un tamis de soie.
35 gr. de schlam tenu en suspension dans l'eau.
15 gr. de schlich de galène presque pur.
10 gr. de sable de lavage pauvre.

100 gr.

10 gr. de gros sable (pulvérisé),
100 gr. de litharge,

110 gr.

ont donné 19$^{gr.}$,5 de plomb qui par coupellation ont laissé 0$^{gr.}$,016 d'argent = 0,0016.

10 gr. de schlam,
100 gr. de litharge.

110 gr.

ont donné 22$^{gr.}$,5 de plomb qui par coupellation ont laissé 0$^{gr.}$,020 d'argent = 0,002.

5 grammes du même schlam ont été traités par l'acide muriatique bouillant, puis bien lavés à l'eau et à l'ammoniaque. Le résidu a pesé 1$^{gr.}$,9 = 0,38. Il contenait beaucoup de pyrites qui étaient notablement arsenicales. Fondu avec 25 gr. de litharge, il a donné 2$^{gr.}$,4 de plomb qui par coupellation ont laissé 0$^{gr.}$,01 d'argent = 0,02 du poids du schlam. Cet essai montre que l'argent contenu dans le minerai s'y trouve dans un état tel que l'acide muriatique ne l'attaque pas sensiblement.

10 gr. de schlich pur,
60 gr. de litharge,

70 gr.

ont donné 23gr.,5 de plomb qui par coupellation ont laissé 0gr.,025 d'argent = 0,0025.

10 gr. de sable pauvre,
100 gr. de litharge,

110 gr.

ont donné 19 grammes de plomb qui par coupellation ont laissé 0gr.,018 d'argent = 0,0018.

D'après ces données, on trouve que le minerai contient les quantités suivantes d'argent :

Pour 0,40 de gros sable,	à	0,0016	0,00064
Pour 0,35 de schlam,	à	0,0020	0,00070
Pour 0,15 de schlich,	à	0,0025	0,00036
Pour 0,10 de sable,	à	0,0018	0,00018
			0,00188

L'essai direct donne un peu moins, parce que dans les expériences précédentes on n'a rien défalqué pour l'argent provenant des litharges.

Le lavage enrichit réellement le schlich ainsi qu'on l'a toujours observé sur les minerais de galène ; mais on voit cependant qu'à Saint-Santin cet enrichissement est peu considérable, et que par suite la préparation mécanique exigera des soins tout particuliers.

100 gr. de schlich préparé sur la mine, mais fort impur, ayant été lavés à l'augette, ont produit :

10 gr. de schlam tenu en suspension.
60 gr. de schlich de galène à peu près pur.
15 gr. de sable riche.
15 gr. de sable quartzeux tout à fait stérile.

100 gr.

5 gr. de schlam fondus avec
50 gr. de litharge,

55 gr.

ont donné 12 grammes de plomb qui par coupellation ont laissé 0gr.,01 d'argent = 0,002.

10 gr. de schlich pur,
150 gr. de litharge,

160 gr.

ont donné 33 gr. de plomb qui par coupellation ont laissé 0gr.,03 d'argent = 0,003.

5 gr. de sable riche,
50 gr. de litharge,

55 gr.

ont donné 13gr.,5 de plomb qui par coupellation ont laissé 0gr.,01 d'argent = 0,002.

D'après ces données, le schlich brut devait contenir les quantités suivantes d'argent ;

Pour 10 gr. de schlam,	à	0,002	0,0002
Pour 60 gr. de schlich,	à	0,003	0,0018
Pour 15 gr. de sable,	à	0,002	0,0003
		Total. . . .	0,0023

Ici on voit encore que le schlich s'est enrichi par le lavage. Cependant, comme les matières que l'eau entraîne sont encore fort riches, dans le traitement en grand il faudra les recueillir avec le plus grand soin. Il est très-probable que les pyrites que contiennent ces matières sont argentifères tout comme la galène.

46. *Notice sur l'analyse de l'*ARGENT ROUGE; par M. Wölher. (Ann. de Phar., t. 27.)

L'argent rouge foncé ($3AgS + Sb^2 S^3$) est très-facilement décomposé à la chaleur rouge par le gaz hydrogène. Lorsque le soufre est presque complétement chassé, il se fait une espèce d'éclair, la boule métallique devient claire et brillante, se met en mouvement et n'adhère plus au verre; il se volatilise vers la fin un peu d'antimoine qui se dépose dans le tube.

Si l'on remplace ensuite le gaz hydrogène par un courant de chlore, tout l'antimoine se dégage et l'argent reste à l'état de chlorure pur.

L'argent rouge clair ($3Ag S + As^2 S^3$) est également décomposé par le gaz hydrogène. Il se dégage d'abord de l'hydrogène sulfuré, l'arsenic se volatilise ensuite, mais les dernières traces se séparent difficilement et lentement.

Le sulfure de plomb pur chauffé dans le gaz hydrogène ne perd pas de soufre; mais quand il est combiné avec du sulfure d'antimoine, il se décompose complétement; cependant les dernières traces de soufre ne se séparent que difficilement, parce que l'antimoniure de plomb qui reste n'est pas fusible à la chaleur de la lampe à alcool.

---

47. *Examen de quelques produits des* USINES *de Saxe*; par M. Ch. Kersten, professeur de chimie à l'École des mines de Freiberg. (Extrait de l'Annuaire des mines de Saxe; Freiberg, 1839.)

Depuis douze ans que je suis attaché comme chimiste aux usines royales de ce pays, j'ai dû,

soit par ordre supérieur, soit pour ma propre satisfaction, soumettre à un examen chimique détaillé une grande partie de leurs produits. Les résultats de ces analyses sont la plupart dispersés dans les archives de la direction supérieure des usines. Il n'y a que le petit nombre de ceux que j'ai communiqués à quelques amis, ou insérés dans ma traduction des *Essais* par la voie sèche de M. Berthier, qui soient venus à la connaissance des métallurgistes. Je me réservais de publier plus tard un travail complet sur la composition des produits de nos usines. Je devais y joindre une description détaillée des méthodes d'analyse employées, parce que cela me paraît indispensable pour mettre en état d'apprécier l'exactitude des résultats. Je voulais en outre présenter quelques observations sur l'analyse chimique en général, parce que l'analyse quantitative d'un certain nombre de ces produits est un des problèmes les plus difficiles de la chimie inorganique. Le cercle de mes travaux habituels ne m'a pas permis de terminer ce travail. En attendant l'exécution de mon projet, qui est remise à quelque temps, je me borne à présenter très-brièvement quelques analyses des produits des mines de Freiberg (y compris l'usine d'amalgamation).

A. *Produits de la fonte crue.*

(1.) *Matte.* J'ai soumis à l'analyse un morceau bien caractérisé d'une couleur analogue à celle du bronze. Vu avec une forte loupe, il ressemblait à une agglomération de petits grains anguleux de forme indéterminée, sans qu'on pût reconnaître une direction constante dans le sens du clivage. En somme, ces mattes paraissent

avoir peu de tendance à prendre la texture cristalline. On trouve seulement quelquefois dans des druses de petits cristaux aciculaires; mais malgré tous mes soins, je n'ai pas pu obtenir de cristaux déterminables en faisant solidifier lentement des quantités considérables de matière. On remarque pourtant le plus souvent que la masse n'est pas homogène, mais présente des parties foncées au milieu de parties plus claires. Le morceau analysé n'était pas magnétique. — Pesanteur spécifique : 4,73; 100 parties ont donné :

Fer.	68,64
Soufre.	19,01
Plomb.	6,02
Cuivre.	1,80
Zinc.	1,40
Arsenic.	2,50
Argent.	0,18
Carbone.	0,21
Antimoine.	traces
	99,76

(2.) *Matte provenant du travail des scories* (1836).— La matte qui provient de la refonte des anciennes scories de l'usine dite *Chuldner-Hütte*, diffère un peu des mattes ordinaires; elle présente moins de soufre et plus de zinc, et je n'y ai jamais trouvé d'arsenic.

Une analyse que j'ai faite en 1836 sur un échantillon très-caractérisé m'a donné :

Fer.	69,00
Soufre.	17,00
Zinc.	6,10
Cuivre.	3,50
Plomb.	2,50
Antimoine, argent et perte.	1,90
	100,00

Ayant eu l'occasion, l'année dernière, dans le laboratoire de M. Berzelius et sur son indication, d'employer le chlorate de potasse mélangé avec l'acide hydrochlorique au lieu d'eau régale pour analyser différents degrés de sulfuration du fer, j'ai repris dernièrement, par cette excellente méthode, l'analyse d'une matte de même espèce que la précédente. J'y ai trouvé :

Fer	68,40
Soufre	17,30
Zinc	6,20
Cuivre	3,40
Plomb	2,30
Argent	0,16
Manganèse, antimoine	traces
Carbone	0,21
Silicium	0,41
	98,38

Les dernières substances faisaient certainement parties constituantes de la matte. J'ai remarqué, il y a déjà plusieurs années, que, quand on reprend l'oxide de fer obtenu dans l'analyse au moyen de l'acide hydrochlorique, il laisse un résidu de silice gélatineuse, et que la matte, traitée par les acides, laisse un résidu charbonneux quelquefois graphitique. On pourrait peut-être croire que la silice provient d'une petite quantité de scorie adhérente à la matte; mais cela ne peut pas être; car ces scories sont inattaquables par une dissolution concentrée de chlorate de potasse dans l'acide hydrochlorique.

(3.) *Amas de fer* (loupe) *obtenu dans la refonte des scories des anciennes haldes*, 1838.— M. l'essayeur Patour a fait l'observation que ce produit intéressant contient du silicium : il l'a

annoncé comme un siliciure de fer; mais comme jusqu'ici on ne connaît aucune combinaison de silicium et de fer qui ne contienne en même temps du carbone (*voyez* Essais par la voie sèche, t. 2), et que ce produit d'usine eût été ainsi le premier dans son genre, je me suis décidé à reprendre cette analyse. Je reconnus que ce produit est non pas un siliciure de fer, mais une fonte très-siliceuse; car le carbone y entre comme élément essentiel. J'ai déterminé quantitativement le carbone par une nouvelle méthode dont M. Berzelius m'a fait part dans une de ses lettres, et qui consiste à traiter par le *chloride de cuivre*. Ce produit a un éclat métallique prononcé, tout à fait semblable à celui de l'amalgame, d'un blanc d'argent, à texture lamelleuse, cassant, un peu ductile quand il est en lames minces, en un mot semblable à certaines variétés de fonte blanche. Il prend une teinte jaune par son exposition à l'air. Sa densité est de 7,168 à 7,17. Il renferme :

Fer.	87,623
Silicium.	8,871
Soufre.	0,942
Aluminium.	0,180
Carbone.	1,891
Cuivre, arsenic et manganèse.	traces
	99,507

(4.) *Scorie de fonte crue de Chuldner-Hütte* (1834). On a pris un morceau de scorie de bonne qualité qui sort du fourneau à un état visqueux. Elle était bien homogène, à cassure compacte, d'un noir brunâtre, à éclat vitreux, passant à l'éclat demi-métallique, à structure grenue un peu cristalline. Sa densité est de 3,41. J'y ai trouvé :

Silice	45,000
Protoxide de fer	43,000
Alumine	1,700
Baryte	5,200
Protoxide de manganèse	3,800
Oxide de plomb	0,500
Acide sulfurique	0,200
Argent	0,003
Chaux, magnésie, fluor	traces
	99,403

Dans une autre scorie, obtenue en août 1836, à l'usine de Halsbrücke, on a trouvé :

Silice	45,000
Protoxide de fer	37,620
Chaux	10,510
Alumine	2,900
Baryte	1,410
Magnésie	2,000
Oxide de plomb	0,400
Argent	0,003
Oxide de cuivre, oxide de manganèse	traces
	99,843

Ces deux analyses montrent combien ces scories peuvent différer les unes des autres sous le rapport des bases. Elles sont rarement des bisilicates purs, elles contiennent toujours un mélange de monosilicates.

B. *Produits du travail du plomb.*

(5.) *Matte de plomb.* Si les mattes de fonte crue présentent une composition assez constante, il n'en est pas de même de la matte de plomb; elles varient suivant que les minerais de plomb et les mattes ont subi un grillage plus ou moins complet et que les mattes de plomb ont été plus ou moins de fois refondues.

L'analyse d'une matte de plomb de Halsbrück-ner-Hütte, obtenue en janvier 1834, a donné :

Fer.	31,24
Plomb. . . .	28,26
Soufre. . . .	21,41
Cuivre. . . .	11,31
Antimoine. .	3,21
Arsenic. . .	1,70
Zinc.	0,82
Manganèse. .	0,80
Argent.	0,20
Nickel. . . .	trace
	98,95

Pour l'analyse de ces mattes, et en général pour l'analyse des sulfures multiples dans lesquels entre le sulfure de plomb, le procédé par le chlorate de potasse n'est pas applicable, l'analyse par le chlore gazeux est sûre et facile.

(6.) *Scorie dite Bleischlacke.* La scorie analysée était tout à fait homogène, d'un brun sombre, d'un éclat demi-métallique. Sa densité était de 3,87. Elle renfermait :

Silice.	30,50
Protoxide de fer. .	55,74
Alumine.	5,10
Oxide de plomb. .	4,00
» de cuivre. . . .	0,85
» de manganèse..	2,20
	98,39

Point de chaux ni de magnésie. La proportion du plomb est très-variable; elle monte quelquefois jusqu'à 7,5 %.

(7.) *Speiss de l'usine dite Halsbrückner-Hütte* (1834). Ce produit, qui se montre plus rarement

et en moindre quantité depuis plusieurs années, présente une couleur blanche tirant sur le rouge, un éclat métallique, une cassure compacte, quelquefois lamelleuse, comme la fonte blanche. Il est aigre. Sa pesanteur spécifique est de 6,75 pour la variété lamellaire. 100 parties renferment :

Fer.	51,00
Arsenic.	20,10
Nickel avec traces de cobalt.	14,90
Plomb.	10,10
Cuivre.	1,25
Soufre.	1,02
Argent.	0,05
Antimoine.	traces
	98,42

(8.) *Speiss d'Antons-Hütte*. Dans le travail pour plomb à Antons-Hütte, on obtenait autrefois comme produit constant une assez grande quantité d'un speiss d'un gris blanc métallique cassant, et dont la composition chimique, principalement la teneur en nickel, paraît très-variable. Je l'ai attaqué par le chlore gazeux, et j'ai effectué la séparation du nickel et du cobalt par la méthode de M. Winkelblech (*V.* Berzelius Iahresbericht, 1836) qui donne des résultats plus exacts que celles de Laugier et de Phillips. J'ai trouvé ainsi :

Fer avec un peu de manganèse.	37,21
Nickel.	22,72
Arsenic.	18,40
Plomb.	11,10
Cobalt.	6,14
Soufre.	2,20
Cuivre.	1,10
Argent.	0,08
	98,95

On remarque quelquefois dans ce speiss de petits cristaux bien formés, dont la rareté rend impossible toute recherche chimique exacte.

(9.) *Plomb d'œuvre de Halsbrücke.* Un plomb d'œuvre, très-pur en apparence, pris au milieu du *Stichtiegel*, a été trouvé composé de la manière suivante :

Plomb. . . .	92,37
Antimoine. .	1,72
Zinc.	1,10
Cuivre. . . .	1,25
Arsenic. . . .	0,87
Fer.	0,82
Argent.	0,61
	98,74

Le plomb d'œuvre est une substance dans laquelle, ainsi que l'ont montré différentes expériences, les divers métaux ne sont pas uniformément répandus. Les plus denses, l'argent et le cuivre, se réunissent au fond du *Stichtiegel*. Il faut avoir égard à cette circonstance quand on prend un échantillon pour l'analyser.

(10.) *Plomb d'œuvre d'Antons-Hütte* (1832). En 1830, l'administration de l'usine informa la direction supérieure que pendant la coupellation on remarquait une odeur piquante particulière. A la suite de ce rapport, j'entrepris l'analyse de ce plomb d'œuvre et j'obtins les résultats suivants :

Plomb.	95,40
Antimoine.	2,20
Fer.	1,10
Manganèse et zinc.	0,60
Argent et perte.	0,70
Une trace de soufre.	
	100,00

L'essai par la voie sèche indique une richesse de 20 loths au quintal. L'odeur observée dans la coupellation provient très-vraisemblablement de l'oxidation de l'antimoine; car on sait que sa combustion est toujours accompagnée d'une odeur piquante plus ou moins forte.

C. *Produit de la coupellation.*

(11.) *Argent brut de Chuldner-Hütte* (1832).

Argent.	93,00
Cuivre.	2,13
Plomb.	1,60
Arsenic.	1,40
Zinc.	1,00
Fer.	0,50
Antimoine	trace
	99,63

D. *Produits du travail de la matte de plomb.*

En 1834, à Antons-Hütte, on fit l'expérience d'ajouter à la matte grillée 3,62 o/o de fer de bocard, afin d'obtenir une matte riche en cuivre. Pour reconnaître exactement l'influence de ce fondant sur la richesse de la matte, j'ai analysé comparativement la matte obtenue sans addition de fondant.

(12.) *Matte de cuivre obtenue sans addition de fondant.* — Cette matte avait une couleur plus sombre, une texture plus compacte, présentant beaucoup moins de cuivre disséminé en filaments que l'autre matte. Elle renfermait :

Fer.	44,00
Soufre	11,20
Cuivre.	27,80
Plomb.	9,80
Nickel.	4,40
Arsenic.	1,10
Zinc, argent et perte.	1,70
	100,00

(13.) *Matte avec* 3,62 o/o *de fer de bocard.*— De couleur plus claire que la précédente; boursouflée. Elle contenait beaucoup de cuivre disséminé. Elle renfermait sur 100 parties :

Fer.	40,10
Soufre.	9,10
Cuivre.	33,20
Plomb.	7,10
Nickel avec cobalt.	8,20
Arsenic.	1,10
Zinc, trace de bismuth et d'argent.	1,20
	100,00

Ces analyses font voir que la matte de cuivre obtenue avec le fondant est plus riche de 5 o/o en cuivre, et qu'ainsi on a atteint le but. On a donc introduit en 1836 l'emploi de ce fondant dans le traitement de la matte de plomb à Antons-Hütte. Il faut pourtant remarquer que la matte est presque de 4 o/o plus riche en nickel. Il semble donc que le fer chasse aussi bien le nickel que le cuivre, même de ses combinaisons avec le soufre et d'autres métaux.

E. *Produits du travail du cuivre noir.*

(14.) *Cuivre noir d'Antons-Hütte.*—Très-impur, obtenu en 1834. Sa composition est la suivante :

Cuivre.	48,00
Plomb avec une trace d'antimoine.	20,00
Nickel.	19,00
Fer.	5,07
Cobalt.	0,70
Soufre.	8,50
Argent.	0,26
Bismuth.	trace
	101,53

L'excès obtenu tient vraisemblablement à ce que le cuivre est porté trop haut. La grande quantité de soufre contenue dans ce cuivre noir est aussi extraordinaire que fâcheuse. La quantité notable de nickel qui s'accumule dans ce produit s'explique bien par le peu d'affinité de ce métal pour l'oxygène. Il passe dès la première fusion dans la matte, et il reste dans les fontes et les grillages qui suivent, sans être ni oxidé ni scorifié.

F. *Produits de l'usine d'amalgamation, à Halsbrücke.*

(15.) *Amalgame.* L'amalgame comprimé et solide présente la composition suivante :

Mercure.	84,20
Argent.	11,00
Cuivre.	3,50
Antimoine.	0,70
Zinc.	0,20
Plomb avec une trace de soufre	0,10
	99,70

(16.) *Lessive* (*Amalgamirlauge*). Les recherches que j'ai renouvelées à différentes reprises pour déterminer sûrement si la lessive que l'on obtient dans le procédé d'amalgamation contient

quelques combinaisons d'argent et d'arsenic, et si elle peut être ainsi une cause de perte en argent, ont conduit à ce résultat, que la lessive ne renferme pas une trace d'argent ni d'acide arsénieux ou arsénique.

---

48. *Essai des* SABLES AURIFÈRES DU SENNAR (Haute-Egypte).

Ces sables ont été remis au laboratoire de l'Ecole des Mines par M. Jomard, chef de la mission d'Egypte, et ils étaient accompagnés de la lettre suivante du ministre des affaires étrangères du vice-roi Mehemet-Ali.

Alexandrie, 16 juillet 1838.

« Vous avez certainement eu connaissance que S. A. le vice-roi, mon auguste maître, avait chargé une mission géologique et minéralogique de visiter la province du Sennar, et remonter au besoin pour reconnaître les terrains aurifères qui s'y trouvent, et d'où les anciens Egyptiens tiraient ce précieux métal. Les rapports qui sont parvenus font bien espérer de cette découverte, et l'on attend le directeur de cette commission pour avoir, avec des détails plus étendus, des échantillons qui seront expédiés en Europe pour l'analyse.

» M. Borreani, qui l'a devancé, a remis en attendant de petites quantités de sable aurifère que S. A. le vice-roi me charge de vous expédier pour être essayé et analysé en Europe et à Paris même par les personnes les plus capables dans la matière, lesquelles, après en avoir extrait tout le métal possible, auront à indiquer les procédés à suivre pour la manipulation en grand, etc.

» *Signé* BOGHOS JOUSSOU. »

Les échantillons envoyés étaient au nombre de trois; mais ils étaient de même nature et consistaient en grains de quartz blanc laiteux, empâtés

dans une argile ferrugineuse mélangée de quelques paillettes de mica d'un jaune d'or.

On les a essayés chacun séparément, en en fondant 25 gr. avec 200 gr. de litharge et 0gr.,5 de charbon, et coupellant ensuite le plomb obtenu. On n'a trouvé de l'or que dans un seul échantillon, et encore la quantité était si petite qu'elle n'a pu être déterminée. Elle ne pouvait pas dépasser un cent millième.

21,136,156 2,178,895 3,203,270	4,999,524	(7) D'après la note précédente, le total du chapitre V devrait être le même que celui du compte rendu de 1836. Mais des documents plus récents ont permis de rectifier une erreur qui s'était glissée à l'article des verreries. De là provient la différence qu'offrent les totaux des deux années.
»	(7)151,260,249	
»	368,635,838	
s minéraux a.	364,371,534	

es travaux statistiques de l'administration des mines en 1838.

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines.

RECHERCHES DE MINES. — TERRAINS COMMUNAUX. — CONCURRENCE.

Lorsque plusieurs concurrents se présentent pour entreprendre des recherches de mines sur un terrain communal, et que la commune a donné son consentement à un seul d'entre eux, le préfet ne peut, de sa seule autorité, admettre un tiers à la place de celui qui a été choisi par le conseil municipal, encore bien qu'il paraisse que la commune y trouvera un plus grand avantage. Il peut seulement dans ce cas refuser sa sanction à la délibération du conseil municipal.

Mais le gouvernement, agissant au nom de l'intérêt public et en vertu du dernier paragraphe de l'article 10 *de la loi du* 21 *avril* 1810, *a le droit d'accorder la permission à celui qu'il juge devoir exécuter les travaux avec le plus de succès pour l'utilité générale.*

Nous avons déjà exposé les règles qui concernent les recherches de mines, lorsque plusieurs personnes se présentent pour entreprendre des explorations sur un même terrain, et que l'autorité administrative se trouve appelée à statuer en exécution du second paragraphe de l'article 10 de la loi du 21 avril 1810.

Dans l'espèce que nous avons rapportée, il s'agissait d'une commune qui avait donné son consentement à l'un des deux concurrents à l'exclusion de l'autre. Le préfet avait sanctionné cette délibération. Mais l'on jugea que, sous le point de vue de l'intérêt public, il importait que

les deux compagnies fussent admises à opérer les recherches, et une ordonnance royale autorisa la société qui avait été évincée par le conseil municipal à effectuer les travaux conjointement avec l'autre compagnie.

Une affaire analogue a donné lieu récemment d'appliquer les mêmes principes.

Il existe dans des terrains qui appartiennent à la commune de Lanet, département de l'Aude, des indices de mines de cuivre argentifère.

Trois concurrents se sont présentés pour y entreprendre des recherches.

Le conseil municipal de Lanet, agissant au nom de la commune propriétaire du sol, s'est prononcé exclusivement en faveur de l'une des compagnies, MM. Cambriel et Cros.

Le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, a pensé qu'il serait plus utile que la préférence fût donnée à la société Ribes et Paliopy, qui, par ses moyens pécuniaires et industriels, paraissait le mieux en état de mener à bien ces travaux dont l'exécution exigeait des dépenses assez considérables et beaucoup d'habileté.

Le conseil général des mines partagea cet avis.

Ainsi cette fois il s'agissait de savoir, non plus seulement, comme dans l'affaire d'Urciers (1), si l'on avait la faculté d'admettre un tiers à participer aux recherches; mais si l'on pouvait substituer un autre explorateur à celui qui avait été choisi par la commune, le terrain n'étant pas d'ailleurs assez étendu pour le diviser entre eux.

Cette question était grave, et nous avons exposé nos doutes à ce sujet. Mais un nouvel examen a donné lieu de reconnaître que le droit du gouvernement, sous ce rapport, résulte également des règles fondamentales de la matière, et c'est en effet ce qui a été décidé dans cette nouvelle espèce.

On a considéré qu'à la vérité l'autorité préfectorale ne pouvait imposer un choix à la commune; que par conséquent, à cet égard, l'arrêté que le préfet avait pris pour autoriser MM. Ribes et Paliopy à opérer les travaux ne pouvait recevoir son exécution. D'après la loi du 18 juillet

---

(1) Voir *Annales des mines*, 3e série, tome XII, page 627.

1837, sur l'administration municipale, les conseils municipaux ont l'initiative en matière d'actes de propriété. Leurs délibérations relatives à des échanges d'immeubles, à des locations de courte durée, sont simplement assujetties à la sanction du préfet, qui peut ne pas la donner s'il juge que l'intérêt de la commune s'y oppose, mais non désigner lui-même un autre soumissionnaire. La disposition momentanée qu'une commune accorde de son terrain à un tiers pour y entreprendre des recherches, rentre dans la classe de ces sortes de traités.

Mais en ce qui concerne l'intérêt public, le gouvernement a le droit de permettre d'exécuter les recherches à celui qu'il juge pouvoir les conduire avec le plus de succès pour le bien général. Si la loi a laissé aux propriétaires du sol la faculté d'explorer les mines sur leurs terrains, elle a en même temps, en raison de l'importance que les découvertes des gîtes minéraux ont pour l'industrie et la richesse du pays, conféré au gouvernement le pouvoir d'autoriser un tiers, quand il y a lieu, à faire les recherches à défaut du consentement des propriétaires. Elle n'a mis et ne devait mettre aucune restriction à cette disposition ; autrement elle en aurait, par cela même, annulé les effets, puisqu'il aurait alors suffi, pour empêcher l'exercice de ce droit, qu'un propriétaire exécutât ou fît exécuter par un autre quelques simulacres de travaux. Comme nous l'observions dans cette même affaire d'Urciers, en ces sortes d'entreprises où la propriété se trouve en contact avec l'intérêt public, c'est cet intérêt qui est la première chose à envisager ; la loi sur les mines a pour principe à la fois et pour but l'utilité générale. Elle a dû, dès lors, donner au gouvernement les moyens de vaincre des oppositions mal fondées.

Ici les ouvrages à opérer pour reconnaître les gîtes de minerai et de cuivre nécessitaient de grands soins, une longue expérience des explorations de cette nature et des capitaux suffisants. On avait à craindre qu'une exploration imparfaite ne rendît plus tard impossible un système de travaux conforme aux règles de l'art. Il importait donc que le gouvernement fît usage du droit que la loi lui donne afin de pourvoir à la conservation de ces gîtes.

C'est d'après ces considérations que, sur le rapport du ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, et conformément à l'avis de l'administration des

mines, une ordonnance royale du **12 mars 1839** (1), a autorisé la compagnie Ribes et Paliopy à exécuter pendant deux années des recherches sur les terrains communaux de Lanet.

Il a été d'ailleurs stipulé par la même ordonnance que la compagnie payerait à la commune les indemnités dues pour occupation de ces terrains et pour les dommages qui seraient causés à la surface, et que la présente autorisation ne préjugeait rien sur le choix qui serait à faire ultérieurement d'un concessionnaire. Une permission de recherches ne confère, en effet, aucun droit à la concession de la mine. Seulement, dans le cas où c'est un autre que l'explorateur qui obtient la concession, la loi réserve à ce dernier des indemnités pour les travaux qu'il a faits, et qui ont été reconnus utiles, ainsi qu'une rétribution spéciale pour droit d'invention. Ces indemnités sont mises à la charge du concessionnaire. De cette manière, on a égard à la fois aux intérêts des propriétaires du sol, à ceux des explorateurs et à l'intérêt public.

Concession de mines.

(*Interprétation d'un acte de concession, quant au périmètre réellement concédé. Il est reconnu, dans l'espèce, que la disposition portant qu'il était fait concession* de mines existantes dans les propriétés des impétrants, *doit s'entendre dans un sens restrictif, c'est-à-dire comme bornant à ces mines seules le droit des concessionnaires, encore bien que le périmètre tracé par l'un des autres articles du même acte eût compris des terrains appartenant à des tiers.*)

Des décrets du 1er juillet 1809 ont institué quatre concessions dans un terrain houiller de l'arrondissement de Marseille, département des Bouches-du-Rhône.

L'un de ces décrets a donné lieu à de longues controverses.

L'article 1er prononce qu'il est fait concession, pour

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 713.

cinquante années, à M. de Castellane et à madame de Cabre, du droit d'exploiter les mines de houille *existantes dans leurs propriétés* situées, partie commune de Belcodène, partie commune de Gréasque, sur une étendue de surface de 10 kilomètres.

L'article 2, qui désigne les limites de cette surface, au lieu de ne comprendre, comme semblait le vouloir l'énoncé ci-dessus, que les terrains des concessionnaires, y a englobé des héritages appartenant à des tiers.

De là sont nées les contestations entre ces concessionnaires et les possesseurs de ces héritages.

Exposons d'abord les faits.

Primitivement, les divers gîtes que renferme ce bassin étaient exploités par les propriétaires du sol.

Ces excavations, opérées sans ensemble, se trouvaient souvent envahies par les eaux, occasionnaient un fâcheux morcellement des gîtes et en compromettaient l'existence.

Pour remédier à ces abus, le préfet des Bouches-du-Rhône prit, en 1805, d'après les instructions de l'administration, un arrêté qui enjoignit aux exploitants de demander des concessions.

Six demandes furent présentées et instruites conformément à la loi du 28 juillet 1791.

Le préfet proposa un projet qui partageait le territoire houiller entre trois sociétés.

Madame de Cabre et M. de Castellane se trouvaient exclus de ce partage. Ils réclamèrent en s'appuyant sur leur qualité de propriétaires de terrain, et annoncèrent qu'ils s'étaient réunis pour solliciter une concession en commun.

Cette réclamation fut accueillie, et le 1er juillet 1809, intervinrent, sur l'avis du conseil général des mines et le rapport du ministre de l'intérieur, quatre décrets qui instituèrent quatre concessions, dont l'une au profit de M. de Castellane et de madame de Cabre.

Quelque temps après, lorsqu'il fut question de percevoir la redevance fixe, on reconnut que l'étendue superficielle de chacune de ces concessions avait été indiquée d'une manière inexacte. Quatre nouveaux décrets du 25 juillet 1811 déterminèrent les contenances réelles d'après les périmètres fixés par les décrets précédents. La concession de M. de Castellane et de madame de Cabre fut déclarée être de 12 kilomètres 73 hectares.

Mais, dans l'étendue de cette concession, se trouvaient,

comme nous l'avons dit, des terrains appartenant à des tiers. En 1814, les héritiers Coulomb, propriétaires de ces terrains sous lesquels existent diverses mines, et entre autres un gîte appelé *Rendegaire*, exploité autrefois par leur auteur, intentèrent, devant le tribunal civil de Marseille, une action à M. de Castellane et à madame de Cabre. Ils soutinrent que ces mines étaient un bien de la succession Coulomb, et que c'était par erreur qu'on les avait comprises dans les concessions de Gréasque et Belcodène, puisque cette concession ne devait renfermer que les mines *existantes dans les propriétés des impétrants*.

Les concessionnaires répondirent que les expressions de l'article 1er du décret ne devaient point être regardées comme une simple *désignation ;* que c'était l'article 2 qui fixait les véritables limites.

Le tribunal, par jugement du 26 août 1815, envoya les parties à se pourvoir devant qui de droit, attendu qu'il s'agissait de l'interprétation d'un acte d'administration publique.

Les hoirs Coulomb se présentèrent au conseil d'état. Parmi les moyens qu'ils faisaient valoir, ils alléguaient que la mine de Rendegaire leur était échue par succession ; une ordonnance royale du 13 mai 1818, considérant qu'il y avait là une question de propriété du ressort de l'autorité judiciaire, les renvoya devant les tribunaux, faisant d'ailleurs toutes réserves au principal sur les fins de la requête.

Pendant le même temps, M. de Castellane, dans une contestation qu'il eut avec la compagnie Féry-Lacombe, titulaire d'une concession voisine, éleva une prétention semblable à celle que les héritiers Coulomb avaient dirigée contre lui. Il y avait aussi, dans cette dernière concession, des terrains qui lui appartenaient. Il adressa au préfet des Bouches-du-Rhône une réclamation où il soutint qu'on avait à tort attribué à la société Féry-Lacombe les mines existantes dans ces terrains ; qu'elles devaient lui être restituées, puisque le décret de 1809 l'avait déclaré concessionnaire des gîtes de houille situés dans ses propriétés. Dans la même requête, il offrait de rendre ceux qui se trouvaient en dehors de ses propres fonds. Sa demande fut rejetée. Alors il traita avec cette compagnie, qui lui vendit une partie de sa concession. Ce traité, comme constituant une vente par lots, avait besoin de l'autorisation du gouvernement, d'après l'article 7 de la loi du

21 avril 1810 : cette vente fut approuvée par une ordonnance royale du 11 février 1818.

De leur côté, la plupart des héritiers Coulomb, au lieu de poursuivre leur procès, firent des arrangements avec M. de Castellane.

Une ordonnance royale du 27 décembre 1820 leur donna acte de leur désistement, et déclara éteinte l'instance réservée par l'ordonnance interlocutoire de 1818.

Huit ans après survinrent de nouveaux débats.

Un tiers, M. Rabbe, agissant comme ayant cause de ceux des hoirs Coulomb qui étaient demeurés étrangers aux acquiescements de leurs cohéritiers, forma une demande en concession qui portait sur des terrains compris dans le périmètre de M. de Castellane et de madame de Cabre. Une demande semblable fut aussi produite par MM. Mouton et Armand, se présentant au nom d'autres propriétaires du sol.

Le préfet refusa de faire afficher ces demandes, attendu qu'elles avaient pour objet des mines déjà concédées.

Les demandeurs réclamèrent auprès du ministre du commerce et des travaux publics. A la suite d'un avis du conseil général des mines, qui concluait au rejet, le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines exposa dans un rapport l'état de l'affaire, les questions qu'elle soulevait, et proposa au ministre de la soumettre à l'examen du comité de l'intérieur du conseil d'état.

Le comité émit, le 25 mai 1832, un avis portant que la concession faite à M. de Castellane et à madame de Cabre comprenait tous les terrains contenus dans le périmètre indiqué en l'article 2 du décret du 1er juillet 1809, et tracés sur le plan des quatre concessions du même jour ; qu'en conséquence il y avait lieu d'approuver le refus de faire afficher les demandes en concession.

Le ministre adopta cet avis, et, sur un nouveau rapport du directeur général, il décida, le 18 juin 1832, qu'il ne serait point donné suite aux pétitions de MM. Rabbe et consorts.

Quatre des héritiers Coulomb se décidèrent alors à reprendre la voie judiciaire qu'avait ouverte l'ordonnance du 13 mai 1818, et qui n'était point éteinte à leur égard, parce qu'il n'y avait pas eu de leur part de désistement formel. Ils s'adressèrent de nouveau au tribunal civil de Marseille, demandant qu'il fût décidé que les mines

situées sous leurs propriétés n'avaient pu être comprises dans la concession de 1809, qu'il fût fait défense à M. de Castellane de les exploiter; et requérant des dommages et intérêts pour le charbon qui en avait été extrait.

Le tribunal, par jugement du 15 janvier 1834, déclara que les hoirs Coulomb avaient, à l'époque de la concession faite à M. de Castellane, des droits de copropriété sur les mines de Rendegaire et autres, en vertu d'un partage fait en 1770 par leur auteur, et ordonna qu'il serait fait par des experts une vérification des terrains et une estimation, pour être ensuite statué ce qu'il appartiendrait. Relativement à la demande principale, il se reconnut derechef incompétent pour décider de la validité du décret de 1809, dit n'y avoir lieu en conséquence d'adjuger les dommages et intérêts réclamés.

Ce jugement fut confirmé par arrêt de la cour royale d'Aix, du 9 juin suivant.

C'est en ces circonstances que M. de Castellane et madame de Cabre ont présenté devant le conseil d'état par la voie contentieuse, le 12 mai 1836, une requête tendant à obtenir l'exécution du décret de 1809 et à être maintenus dans la propriété et la jouissance du périmètre fixé par l'article 2 de ce décret.

L'administration des mines a été consultée sur ce pourvoi.

Le conseil général des mines a exprimé l'opinion que l'on devait se référer à l'article 2 du décret, comme constituant les véritables limites de la concession de Gréasque et Belcodène.

Il rappelait les circonstances qui avaient accompagné l'institution de cette concession et de celles qui furent établies à la même époque dans le bassin. En concédant ces divers gîtes, on a voulu les préserver des abus qu'occasionnaient les extractions irrégulières des propriétaires du sol. On n'a point dû s'attacher à suivre la circonscription des propriétés territoriales. On a dû au contraire réunir en un même centre d'exploitation les mines qui, par leur position, pouvaient former un même groupe et un système coordonné de travaux; car c'est là en définitive le principal objet de toute concession.

Le gouvernement, ajoutait le conseil des mines, avait le droit d'en user ainsi. De même que la législation actuelle, la législation de l'époque lui donnait ce pouvoir. La loi de

1791 déclarait que les mines étaient à la disposition de la nation, ne pouvaient être exploitées que de son consentement et sous sa surveillance. Si elle s'est montrée à certains égards plus favorable aux propriétaires du sol que ne l'a fait, par de hautes considérations d'intérêt public, la loi du 21 avril 1810, nulle part cependant elle n'a interdit de concéder à autrui les gîtes situés dans la propriété d'un tiers quand la conservation de la richesse souterraine l'exigeait. Enfin le partage fait en 1770, par l'aïeul des héritiers Coulomb, et sur lequel ils appuyaient leur titre de propriété, n'avait pu leur conférer aucun droit réel sur les gîtes existants sous leurs terrains, puisque le partage avait eu lieu à une époque où les mines n'étaient plus à la disposition des propriétaires du sol. Les ordonnances de 1601 et de 1698 avaient bien, il est vrai, exempté l'exploitation de la houille du régime des concessions; mais cette exemption fut bientôt révoquée par l'arrêt du conseil, du 14 janvier 1744, qui statua qu'à l'avenir personne ne pourrait extraire des mines de houille ou charbon de terre sans une permission expresse. Ainsi, en 1770, l'auteur des héritiers Coulomb ne pouvait attribuer à ses enfants des mines qui ne lui appartenaient point, puisque aucun acte ne les lui avait concédées.

Les hoirs Coulomb objectaient que l'arrêt de 1744, n'ayant point été enregistré au parlement, n'avait pu avoir force de loi. Mais l'on sait que cette formalité de l'enregistrement n'était nullement nécessaire pour valider les actes du souverain en matière de mines (1). Aussi, l'arrêt de 1744 a-t-il reçu dans tout le royaume sa pleine exécution, et le régime qu'il a établi a été confirmé plus tard par la loi du 28 juillet 1791.

Les décrets de 1809 ont donc pu et ils ont dû tracer à chaque concession le périmètre qui était le mieux approprié au bon aménagement des gîtes. Seulement il pouvait paraître convenable de conserver autant que possible à chaque concessionnaire les mines qui se trouvaient sous ses propriétés. En ce qui concerne en particulier M. de Castellane et madame de Cabre, on se souvient que d'a-

(1) *Voir* la décision qui a été prise à ce sujet dans l'affaire des mines de houille de Saint-Chamond, *Annales des mines*, t. XIII, 3e livraison, 1838, page 764.

bord ils n'avaient pas été compris dans la distribution des gîtes houillers du bassin ; que ce fut sur les représentations qu'ils firent comme propriétaires du sol qu'on se décida à leur accorder une concession. Voilà ce qui peut expliquer l'énoncé de l'article 1er du décret ; on y a exprimé le motif qui déterminait à leur donner une concession, celui d'être au nombre des propriétaires de terrains ; mais l'article 2 montre que, par là, on n'a point entendu circonscrire strictement le périmètre à ces propriétés, et c'est cet article, où les limites sont définies, qui indique quelle a été réellement l'intention du souverain.

C'était aussi, comme on l'a vu, l'opinion qui avait été émise par le comité de l'intérieur dans son avis du 25 mai 1832.

Cette argumentation était certainement d'un grand poids. Cependant on pouvait également envisager les choses sous un autre point de vue ; on pouvait dire :

Lorsqu'il s'agit d'interpréter un acte, c'est dans la disposition principale, dans celle qui domine en quelque sorte toutes les autres, que l'on doit surtout en chercher le sens. C'est ainsi que s'en explique la loi romaine : « *Ea quæ prefationibus convenisse concipiuntur etiam in stipulationibus repetita creduntur*. »

Or, c'est l'article 1er du décret qui forme ici, ce semble, la clause capitale, puisque c'est lui qui dénomme l'objet concédé ; qui dit comment on en dispose ; qui attache la qualité de concessionnaire à la qualité de propriétaire.

Cet article porte en effet qu'il est fait concession des mines de houille *existantes dans les propriétés des impétrants*. Ce sont donc ces mines, ces mines seules que l'on veut concéder.

Que si maintenant l'espace circonscrit par l'article 2 embrasse des mines étrangères, cette extension, contraire à la désignation formelle qui précède, ne peut suffire pour invalider celle-ci. Dès que l'intention et l'objet de la concession ont été clairement indiqués dans l'article 1er, peu importe qu'on lui ait ensuite attribué, par erreur ou inexactitude, une délimitation qui, en réalité, n'est pas la sienne. « *Nihil facit error loci cùm de corpore constat*. »

Il paraîtrait peu présumable que l'on eût donné à l'article 1er la rédaction qu'il a dans le décret, si l'on n'avait point eu l'intention de n'accorder à M. de Castellane et à

madame de Cabre que les mines situées sous leurs propriétés ; tandis que l'on conçoit très-bien que, tout en ne voulant leur concéder que ces seules mines, on ait pu croire que la surface entière indiquée en l'article 2 leur appartenait. Les faits qui se sont passés s'expliquent de même naturellement dans cette supposition.

Et puis, quoique le gouvernement, en instituant ces concessions, ait dû sans doute consulter le bon aménagement des gîtes, il avait aussi à prendre en considération les règles que prescrivait la loi de 1791. Bien que cette loi permît de disposer des mines situées sous les terrains d'autrui, elle y mettait cependant beaucoup de restrictions. L'article 3 portait textuellement que les propriétaires du sol auraient toujours la préférence. Ce n'était que dans le cas où une propriété ne se trouvait pas d'une étendue propre à former une exploitation, que, d'après l'article 10, des étrangers pouvaient être admis. Enfin, l'article 6 réservait aux propriétaires un droit spécial sur les mines qu'ils avaient découvertes et exploitées ; et, dans l'espèce, les gîtes existants sous le terrain des héritiers Coulomb avaient été exploités par leur auteur, depuis 1755 jusqu'en 1770, époque à laquelle il les céda à ses enfants. Il ne faut point perdre de vue ces principes quand on a à interpréter aujourd'hui un acte rendu sous l'empire de cette législation ; car ils ont nécessairement plus ou moins influé sur ses dispositions.

C'est d'après des motifs de cette nature que paraît avoir été dictée la décision qui a été prise sur cette affaire.

L'administration avait cru devoir soutenir le premier des deux systèmes qu'on vient d'exposer, préoccupée surtout de la pensée que la concession de M. de Castellane et de madame de Cabre se rattachait à un ensemble complet, dont les diverses parties avaient été limitées de la manière la plus convenable, et en même temps la plus utile à l'intérêt public : que c'était dans l'intention, clairement manifestée alors, d'opérer la meilleure division possible, qu'il fallait chercher les raisons de l'interprétation à donner au décret de 1809.

Ces considérations n'ont point prévalu, et une ordonnance royale du 25 avril 1839 (1), motivée principalement sur ce que la concession avait été faite sous l'empire de la

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 718.

loi du 28 juillet 1791 ; sur ce qu'il avait été jugé par les tribunaux que les héritiers Coulomb possédaient, à l'époque de cette concession, des droits de copropriété sur des terrains situés dans son enceinte ; a décidé que les mines existantes dans le périmètre tracé par l'article 2 du décret du 1er juillet 1809, mais sur des propriétés autres que celles de M. de Castellane et de madame de Cabre, ne font point partie de la concession qui leur a été accordée.

Concession de mines. — Interprétation.

Il n'y a point lieu à statuer, par la voie contentieuse, sur une demande d'interprétation d'un acte de concession de mines, lorsqu'il n'existe aucune décision administrative ou judiciaire qui ait donné ouverture à ce recours au conseil d'état.

Il existe dans la commune de la Chappelle-sous-d'Hun, département de Saône-et-Loire, des gîtes houillers contigus à une mine de même nature, qui a été concédée par décret du 20 novembre 1809.

Des tiers ont sollicité, en 1833, la concession de ces gîtes.

Les propriétaires de la mine concédée, MM. Teissier et de Villaine, ont formé de leur côté une demande en concurrence.

Dans le cours de l'instruction ils ont revendiqué ces mêmes gîtes comme leur appartenant, comme ayant été compris dans la concession de 1809. Le terrain où ils sont situés se trouve en dehors du périmètre déterminé par le décret ; mais ils figurent, comme faisant partie de l'enceinte de cette concession, sur le plan qui y est annexé. MM. Teissier et de Villaine ont soutenu que les limites indiquées dans le décret avaient été définies d'une manière inexacte ; que c'étaient les lignes tracées sur le plan qui fixaient la véritable délimitation, l'étendue superficielle qu'on avait entendu concéder.

Ils se sont pourvus, par la voie contentieuse, en interprétation du décret.

Cependant il n'y avait encore qu'une instance administrative engagée, laquelle avait uniquement pour but de

remplir les diverses formalités prescrites par la loi du 21 avril 1810, pour les demandes en concession de mines; mais nulle décision prise sur le point litigieux, soit par le pouvoir administratif, soit par l'autorité judiciaire.

Le conseil général des mines, consulté sur l'affaire, émit l'opinion qu'un recours par la voie contentieuse n'était pas recevable. Le décret de 1809 avait été rendu régulièrement; on n'arguait d'aucun défaut de forme; la requête n'était au fond qu'une demande d'interprétation de cet acte souverain, et cette demande ne reposant sur aucun jugement antérieur, elle n'aurait pu être présentée qu'administrativement.

Une ordonnance royale, du 3 mai 1839 (1), a décidé conformément à ces principes.

Elle a rejeté le pourvoi, par le motif que les requérants ne produisaient pas de décision judiciaire ou administrative, par suite de laquelle il y eût lieu de statuer sur l'interprétation qu'ils demandaient.

Mines de fer. — Redevance proportionnelle.

Les mines de fer doivent être imposées sur le produit net de l'extraction et non sur le produit net de la fonte obtenue du minerai, soit que l'exploitant vende le minerai, soit qu'il le traite lui-même dans des usines qui lui appartiennent.

Les usines à fer, où le minerai de fer est fondu, doivent, sans exception, être soumises au régime de la patente.

Lorsque l'exploitant d'un gîte de fer sujet aux redevances n'est pas en même temps propriétaire de l'usine où le minerai est traité, on a généralement considéré que ce minerai devait être la matière imposable de la redevance proportionnelle.

Mais si l'exploitant fondait lui-même le minerai, on regardait que la fonte était alors *le produit* de la mine soumis à l'impôt de la redevance. S'il consommait en même temps des minerais extraits de minières de fer proprement

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 726.

dites, non passibles de la redevance, il y avait à défalquer des produits de l'usine ceux provenant des minières, pour ne tenir compte que de ceux qui devaient être attribués aux gîtes imposables à la redevance.

De ces deux manières d'opérer, suivant que l'exploitant était ou n'était pas propriétaire de l'usine où le minerai est fondu, résultaient, dans la position respective des divers maîtres de forges, des différences, des inégalités qui ont souvent fait naître des réclamations ; il était à désirer que le sens du mot *produits*, employé dans l'article 34 de la loi du 21 avril 1810, fût nettement fixé, et qu'un mode uniforme d'imposition fût adopté à l'égard des mines dont il s'agit.

Ces questions viennent d'être résolues à l'occasion de la mine de fer de Massevaux (Haut-Rhin), appartenant par indivis, ainsi qu'un haut-fourneau dépendant de cette mine, à M. le duc de Broglie et à madame la comtesse de l'Aigle.

Cette mine avait été constamment imposée à la redevance proportionnelle, en calculant le revenu net, non pas seulement d'après les bénéfices de l'extraction du minerai, mais en cumulant avec ces bénéfices ceux que le concessionnaire fait par le fondage du minerai, comme possesseur de hauts-fourneaux.

Jusqu'en 1836, la redevance proportionnelle imposée à la mine de Massevaux avait été si faible, que les concessionnaires et leurs fermiers n'avaient eu aucun intérêt à examiner et à contester le mode d'après lequel on procédait à l'évaluation du revenu net qui servait de base à l'imposition.

Mais en 1837 le revenu net ayant été tout à coup porté à 37,370 fr., et la redevance proportionnelle, qui en est le vingtième, s'étant élevée en principal à 1,868 fr. 50 c., les concessionnaires et leurs fermiers, MM. Stehlin et Hüber, maîtres de forges à Oberbruck, se sont pourvus auprès du préfet du Haut-Rhin, à l'effet d'obtenir que le revenu net fût fixé d'après les seuls bénéfices résultants de l'extraction du minerai, et qu'en conséquence la redevance fût réduite à 167 fr. 50 c. en principal.

A la suite de divers avis, tendant, les uns à accueillir la demande, les autres à la rejeter, le conseil de préfecture du Haut-Rhin a cru devoir maintenir le système d'imposition de la fonte qui avait été suivi.

Les concessionnaires et leurs fermiers se sont pourvus devant le conseil d'état contre l'arrêté du conseil de préfecture.

Une ordonnance du 4 juin 1839 (1) a annulé cet arrêté, et décidé que la redevance proportionnelle à imposer sur la mine de fer de Massevaux, pour 1837, sera établie d'après le produit net de l'extraction du minerai.

Cette ordonnance est fondée sur les motifs « que la loi du 21 avril 1810 et le décret du 6 mai 1811 n'imposent à la redevance proportionnelle que l'exploitation des mines, et prescrivent que cette ordonnance soit établie d'*après le produit net de l'extraction;* que dès lors c'est à tort que cette redevance a été calculée, pour la mine de Massevaux, en raison des produits du haut-fourneau sis au même lieu, tandis qu'elle aurait dû l'être d'après le produit net des quantités extraites de minerai. »

Cette décision place, comme on le voit, l'exploitant d'une mine de fer, qui est en même temps maître de forges, sur la même ligne, quant à l'imposition de la redevance proportionnelle, que l'exploitant qui ne traite pas lui-même son minerai; l'exploitant doit toujours, soit qu'il fonde ou non son minerai, payer la redevance proportionnelle sur le revenu net de l'extraction.

Ce système, pour lequel l'administration des mines avait elle-même conclu lorsqu'elle fut consultée sur le pourvoi vidé par l'ordonnance du 4 juin 1839, a l'avantage d'être simple et uniforme, et sa légalité se trouve maintenant consacrée.

Une conséquence de ce système est que l'industrie de l'exploitant d'une mine de fer assujettie aux redevances, qui s'applique à la fonte du minerai, est considérée comme distincte de l'exploitation du minerai, et qu'ainsi toutes les usines où le minerai de fer est traité doivent être soumises au régime de la patente, quand ce minerai provient d'un gîte concédé ou concessible, comme lorsqu'il provient d'une minière proprement dite.

Les mêmes règles sont naturellement applicables à tous les autres minerais métalliques.

---

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 742.

Mines et usines. — Transmission de propriété.

Les dispositions de l'arrêté du directoire exécutif, du 3 nivôse an VI, qui exigeaient que les transports, cessions, ventes ou autres actes translatifs de l'exercice des droits accordés par les concessions de mines et permissions d'usines, fussent soumises à l'approbation du gouvernement, ont été abrogées par la loi du 21 *avril* 1810.

Une ordonnance royale, du 4 avril 1833, a autorisé M. Duplessis à établir deux lavoirs à mines sur un terrain dont il était propriétaire dans la commune de la Chapelle-Saint-Quillain, département de la Haute-Saône.

M. Duplessis a légué, en mourant, cette usine à son frère, et a institué, pour usufruitiers de prés qui existent à l'entour, M. et madame Travault.

Ces derniers, quelque temps après, se sont plaints de ce que le lavage du minerai nuisait à la prairie qui borde le cours d'eau et les empêchait de jouir de leur usufruit. Ils ont porté une action devant les tribunaux, en adressant en même temps au préfet de la Haute-Saône une demande tendant à la suppression des lavoirs.

Dans leur réclamation au préfet, ils soutenaient que l'existence de ces ateliers était irrégulière, attendu que l'arrêté du directoire exécutif, du 3 nivôse an VI, voulait que tout héritier d'une mine ou d'une usine sollicitât, dans les six mois de l'ouverture de la succession, une autorisation nouvelle, et que cette formalité n'avait pas été remplie par le frère de M. Duplessis.

La question de savoir si le préjudice causé par les lavoirs devait être regardé comme une servitude attachée à l'usufruit qui avait été légué, était de la compétence de l'autorité judiciaire, et elle s'en trouvait saisie. L'administration n'avait à examiner que la seconde question soulevée en ce qui concernait les anciennes prescriptions de l'arrêté de l'an VI.

Le préfet, considérant que cet arrêté avait été abrogé par la loi du 21 avril 1810, rejeta la demande de M. et madame Travault.

Réclamation devant le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce; mais le ministre, sur le rap-

port du directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, maintint la décision du préfet.

M. et madame Travault se sont alors pourvus, par la voie contentieuse, devant le conseil d'état. Une ordonnance royale, du 21 juin 1839, a rejeté leur requête, par ces motifs que les lavoirs dont il s'agit avaient été légalement établis, et qu'aux termes de l'article 76 de la loi du 21 avril 1810, il n'était pas nécessaire, pour en continuer l'exploitation, que le légataire de M. Duplessis se munît d'une nouvelle permission (1).

Il suit de cette décision que les dispositions de l'arrêté de l'an VI ne sont plus en vigueur. Comme cet arrêté s'appliquait à la fois aux cessions par hérédité, vente ou donation de mines ou d'usines, nous ajouterons ici quelques réflexions sous ce double point de vue.

En ce qui concerne les mines, l'article 7 de la loi du 21 avril 1810 porte textuellement que l'acte de concession confère *la propriété perpétuelle* de la mine, laquelle est dès lors *disponible et transmissible comme tous autres biens*. Cette disposition exclut toute obligation, de la part des ayants droit du concessionnaire, de se pourvoir d'un titre nouveau. Il n'y a qu'un seul cas, suivant le même article, où une autorisation du gouvernement soit nécessaire : c'est lorsqu'on veut partager une concession ou la vendre par lots. Comme les mines ne sont pas susceptibles des mêmes divisions que la superficie ; comme elles exigent, pour être exploitées, un champ d'extraction convenable, qui permette de poursuivre les amas, couches ou filons dans leurs dispositions et leurs directions variables, d'établir les travaux indispensables à l'aérage, à l'épuisement des eaux, etc., on a dû en faire une propriété distincte du sol ; et lorsqu'on institue une concession, on a soin d'en déterminer l'étendue de manière à ce qu'elle satisfasse, sous ces divers rapports, à ce que réclame la nature du gîte. Mais si, quand la concession est établie, le concessionnaire avait la faculté de la diviser à son gré, il est clair que toutes ces précautions se trouveraient éludées, et que l'aménagement des mines pourrait être compromis par des morcellements opérés sans prévoyance et dictés par l'intérêt du moment. Lors donc que le titulaire d'une

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 744.

concession veut la partager, le gouvernement doit intervenir pour examiner si ce partage est possible, s'il n'en résultera rien qui préjudicie à une bonne exploitation (1). De là cette restriction imposée par le second paragraphe de l'article 7. Peut-être eût-il fallu l'étendre aux circonstances où il s'agit de l'aliénation de la totalité d'une concession. En effet, la même loi veut que, pour obtenir une concession, on justifie préalablement des facultés nécessaires à la direction des travaux, au payement des redevances et des indemnités ; toutes ces garanties, qu'on exige avec raison, peuvent disparaître le lendemain même du jour où la concession est accordée, par suite de la transmission qui en est faite à un tiers. Il eût semblé convenable que, lorsqu'une concession change de possesseur, le gouvernement fût appelé à examiner si le nouveau propriétaire présente les garanties désirables. Tel était précisément l'objet des dispositions de l'arrêté de l'an VI (2) ; mais d'autres considérations ont prévalu. On a pensé (3) que, dans l'intérêt même de la bonne exploitation des mines, il fallait les assimiler aux autres immeubles, disponibles, transmissibles à la volonté du propriétaire, et faire en sorte que le titulaire les envisageât comme son patrimoine, apportât dans sa jouissance ces pensées d'avenir qui ne s'attachent qu'aux choses que l'on peut posséder et transmettre librement, tandis que l'arrêté de l'an VI, en subordonnant chaque transport par vente ou hérédité à l'approbation de l'autorité, rendait d'une part la propriété des mines incertaine dans les familles, et, de l'autre, tendait à dé-

---

(1) Nous avons déjà publié quelques observations sur le même sujet dans le tome 8, 3e série des *Annales des mines*, pages 586 et suivantes, en rapportant une ordonnance qui rejette une demande de cette nature, parce que le partage sollicité était reconnu contraire à l'intérêt général.

(2) « Les concessions et permissions d'exploiter les mines et » salines, et d'établir des usines, ont pour objet d'empêcher les » richesses minérales de la France de devenir la proie de l'igno- » rance et de la cupidité ; en conséquence la loi a assujetti, entre » autres choses, les demandeurs en concession et permission à jus- » tifier de leurs facultés et des moyens qu'ils emploient pour as- » surer l'exploitation. » (Préambule de l'arrêté du directoire exécutif du 3 nivôse an VI.)

(3) On peut voir à ce sujet les discussions qui ont précédé, au conseil d'état, la promulgation de la loi.

précier la valeur de ces sortes de biens par les obstacles qu'il mettait à leur aliénation. Il n'a point paru que l'obligation de soumettre à l'approbation du gouvernement la transmission qu'il veut faire de sa chose fût compatible avec cette propriété réelle qu'on instituait.

On peut néanmoins regretter à beaucoup d'égards que les dispositions de l'arrêté de l'an VI n'aient pas été explicitement maintenues. Elles eussent prévenu bien des désordres, et empêché certaines spéculations scandaleuses qui, en profitant à quelques gens *habiles*, ont été une cause de ruine pour un grand nombre de personnes séduites par des promesses mensongères.

Quant à l'exploitation en elle-même, la loi n'a pas laissé le gouvernement sans moyens de remédier à ce que l'intérêt public pourrait réclamer, toutes les fois qu'un propriétaire de mines, soit par incurie, soit par toute autre cause, suspendrait ses travaux de manière à inquiéter pour les besoins des consommateurs. L'article 49 de la loi du 21 avril 1810 lui a donné la faculté d'y pourvoir, et la loi du 27 avril 1838 est venue confirmer et fortifier ces moyens d'action, en disposant expressément que, dans les cas prévus par cet article 49, le retrait de la concession pourrait être poursuivi, et la mine adjugée à celui qui ferait les offres les plus avantageuses et justifierait des garanties requises pour bien exploiter. Il est nécessaire, il est juste que lorsqu'un concessionnaire ne remplit pas ses obligations, il soit déchu de son droit. Cela ne porte pas plus atteinte à la propriété en elle-même que ne le font les clauses résolutoires insérées dans les contrats relatifs aux immeubles ordinaires; car le concessionnaire sait, tout comme le donataire ou le légataire d'un autre bien, qu'il ne possède qu'à la condition d'exécuter les engagements qu'il a contractés en recevant du gouvernement la concession ou en l'acquérant de celui qui l'avait primitivement obtenue.

Il résulte de ces dispositions que si, par suite de la transmission d'une concession de mine, les obligations imposées au concessionnaire étaient méconnues, l'intérêt général ne devrait point en souffrir, le gouvernement ayant toujours le droit de prendre les mesures convenables pour qu'il ne soit pas compromis.

En ce qui concerne les usines en particulier, quand ces ateliers ont été autorisés, ils ne peuvent être ni modifiés

dans leur consistance, ni transférés ailleurs sans une permission, parce que ces changements intéressent l'ordre public sous plusieurs rapports. Mais le propriétaire doit avoir toute liberté de les transmettre à ses héritiers ou de les vendre; aucun intérêt général ne s'y oppose. Aux termes de l'article 76 de la loi de 1810, l'acte en vertu duquel une usine est autorisée peut être donné pour un temps limité ou pour un temps indéfini; et, d'après le même article, s'il n'y a point eu de limitation, la permission est censée conférée à perpétuité. Cette disposition emporte, à l'égard des usines, comme celle de l'article 7 à l'égard des mines, l'abrogation de l'arrêté de l'an VI. Elle rend le propriétaire de l'usine maître d'en disposer sans contrôle par vente, legs ou donation, pourvu qu'il ne soit apporté aucun changement dans l'état de la propriété.

MINES. — CHEMINS DE FER. — MASSIFS RÉSERVÉS DANS L'INTÉRÊT DE LA SOLIDITÉ DES TRAVAUX. — QUESTIONS D'INDEMNITÉS.

La construction du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon a soulevé une importante controverse qui touche au droit de propriété des mines.

La prohibition faite à un concessionnaire de mine, pour la sûreté d'un chemin de fer qui vient à être établi au travers du périmètre de sa concession, d'exploiter une certaine portion du gîte minéral, peut-elle être considérée comme une simple mesure de police, comme une restriction imposée en vertu des conditions générales auxquelles l'exploitation des mines est assujettie dans l'intérêt de la sûreté publique, et ne donnant par conséquent ouverture à aucune indemnité?

Ou bien, en supposant qu'une indemnité soit due, n'est-ce là qu'une privation de jouissance, une occupation de terrain, qui n'ôte pas au concessionnaire la propriété de cette portion de la mine, et un de ces cas auxquels il n'y a lieu qu'à des dommages et intérêts qui doivent être réglés par les conseils de préfecture, conformément à la loi du 16 septembre 1807?

L'interdiction dont il s'agit doit-elle être regardée au contraire comme constituant une expropriation pour cause d'utilité publique, comme donnant en conséquence droit au concessionnaire de réclamer une indemnité pour l'éviction qu'il éprouve, en sorte que ce soit aux tribunaux qu'il appartienne de fixer le montant de cette indemnité, conformément aux lois sur les expropriations pour cause d'utilité publique ?

L'indemnité serait-elle due pareillement si la concession du chemin de fer était antérieure à la concession de la mine ?

Enfin, une compagnie adjudicataire d'un chemin de fer est-elle subrogée à tous les droits des propriétaires du sol qu'elle a évincés ?

Telles sont les questions qui ont été soulevées dans cette discussion.

Une ordonnance royale du 17 août 1825 a concédé à MM. Allimand, Bernard et consorts, les mines de houille dites de Couzon, comprises dans le périmètre, n° 17, de l'arrondissement de Saint-Etienne.

Par une autre ordonnance, du 17 juin 1826, MM. Séguin frères, Biot et compagnie, ont été autorisés à construire un chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon. D'après le tracé approuvé le 4 juillet 1827, le chemin de fer traverse le monticule de Couzon sous lequel s'étendent les mines de ce nom.

Le 8 février 1828, les concessionnaires de ces mines avaient obtenu du préfet de la Loire la permission d'ouvrir un nouveau champ d'exploitation par un puits qui était établi dans le voisinage du chemin de fer. Le 10 avril suivant ils firent défense par huissier, à MM. Séguin et Biot, d'entreprendre aucun ouvrage souterrain dans l'enceinte de la concession.

Ceux-ci, de leur côté, déclarèrent à MM. Allimand et consorts qu'ils s'opposaient à ce qu'on opérât aucune exploitation de nature à compromettre la solidité du chemin. En même temps ils demandèrent au préfet de la Loire d'interdire toute espèce de travaux d'extraction au-dessous et dans le voisinage de cette voie publique.

Les concessionnaires de Couzon, dans leur défense devant le préfet, répliquèrent qu'il s'agissait d'une question d'expropriation du ressort de l'autorité judiciaire; ils ajoutèrent qu'une instance était déjà entamée à ce sujet

Dès le 1er août 1828, ils avaient en effet assigné, devant le tribunal de Saint-Etienne, la compagnie du chemin de fer, pour qu'il fût procédé par des experts à la vérification des travaux de cette compagnie, et constaté si ces travaux atteignaient les gîtes de houille, et ne devaient pas en rendre l'exploitation impossible.

Cette expertise fut ordonnée par jugement du 27 août.

Le 13 avril 1829, nouvelle assignation de MM. Allimand à MM. Séguin, pour qu'il leur fût interdit de continuer aucun ouvrage souterrain dans le périmètre de la concession, requérant en outre que les lieux fussent remis dans leur premier état, et qu'il leur fût accordé un dédommagement de 50,000 fr.

MM. Séguin déclinèrent la compétence du tribunal; ils demandèrent leur renvoi devant le préfet de la Loire.

Le 9 juillet 1829, le tribunal de Saint-Etienne rendit un jugement ainsi conçu :

« Considérant que les mines, lorsqu'elles ont été concédées, et les machines, puits, galeries et autres ouvrages qui en dépendent sont, d'après les articles 7 et 8 de la loi du 21 avril 1810, des immeubles disponibles et transmissibles comme tous autres biens, et dont on ne peut être exproprié que dans les cas et selon les formes prescrites pour les autres propriétés;

» Qu'il suit de ce principe général que le gouvernement peut en demander l'expropriation en totalité ou en partie pour cause d'utilité publique, moyennant une juste et préalable indemnité;

» Que, dans l'espèce, le gouvernement ayant reconnu la nécessité de l'établissement du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, la compagnie adjudicataire a été mise aux droits du gouvernement pour poursuivre au besoin, dans les formes indiquées par les lois sur la matière, l'expropriation des terrains destinés à servir d'emplacement au chemin et à ses dépendances;

» Que le plan et la direction du chemin n'ont pas été contredits; que notamment il n'est pas contesté qu'il ne doive être établi sur des fonds où gît une portion des mines de Couzon; d'où il suit qu'il n'y a entre les parties aucune contestation de la connaissance administrative, et que, s'agissant seulement de régler les indemnités dues aux propriétaires, le tribunal est compétent, comme il le serait s'il s'agissait de toute autre propriété;

» Que s'il a été ou s'il devient nécessaire de pénétrer dans la mine pour l'exécution du chemin de fer, c'est là un événement que la compagnie n'a pu prévoir lorsqu'elle a traité avec les propriétaires du sol ; mais que les concessionnaires du Couzon n'en doivent pas moins être indemnisés de tous les préjudices qu'ils peuvent éprouver ;

» Que, dans le cas particulier dont il est question, il est impraticable de remplir, pour l'expropriation d'une partie de mine, les formalités voulues par la loi du 8 mars 1810, et de payer une indemnité préalable dont la quotité est encore inconnue, et que les concessionnaires de Couzon pourront être justement indemnisés si l'on estime les charbons extraits ou à extraire ainsi que tous dommages quelconques qui pourraient être occasionnés à leurs travaux par les ouvrages souterrains et l'emplacement du chemin de fer au-dessus et à travers leur mine ;

» Sans s'arrêter aux conclusions prises par les entrepreneurs du chemin de fer, tendant à être renvoyés à prendre règlement devant l'autorité administrative ;

» Ordonne qu'avant de statuer sur les autres demandes, fins et conclusions, il sera procédé à une nouvelle visite des lieux, à l'effet de vérifier l'état actuel des travaux du chemin de fer sous la montagne de Couzon, constater s'ils ont atteint la mine de houille des concessionnaires, désigner la quotité qui en a pu être extraite et qui le sera jusqu'à l'achèvement des travaux, constater de même tous autres dégâts et détériorations qui ont pu ou pourraient en résulter, estimer les houilles extraites ainsi que les autres indemnités que les experts croiront être dues, pour ensuite être par le tribunal statué ce qu'il appartiendra, tous moyens et dépens réservés. »

Pendant ces débats, les parties n'en poursuivaient pas moins leurs travaux. MM. Allimand continuaient leurs galeries d'exploitation sous le monticule, et MM. Séguin y achevaient le percement pour le passage du chemin de fer.

Le 29 octobre 1829, ces derniers s'adressèrent de nouveau au Préfet. Ils exposèrent que leur chemin s'étend souterrainement dans l'intérieur de la concession de Couzon, sur une longueur de mille mètres, que ce chemin étant une voie publique, les mesures de sûreté mentionnées dans l'article 50 de la loi du 21 avril 1810 doivent être prescrites. Ils demandèrent en conséquence que, vu

le danger et l'urgence, le préfet ordonnât que les concessionnaires de Couzon seraient tenus de cesser tout travail d'extraction sous le chemin, et à la distance qui serait jugée nécessaire ; qu'on leur enjoignît de combler les vides qu'ils avaient pratiqués.

Consulté sur cette requête, l'ingénieur en chef des mines exprima l'opinion qu'il s'agissait d'une question d'expropriation de mine pour cause d'utilité publique ; qu'en conséquence c'était à MM. Séguin à poursuivre l'expropriation de telle portion des gîtes de Couzon ou de tel solide qu'ils jugeraient devoir être conservés intacts ; sauf à l'administration à interdire provisoirement aux concessionnaires de Couzon, par mesure de police, de porter leur exploitation au delà d'une certaine distance.

Le 25 novembre 1829, le préfet de la Loire prit un arrêté dans les termes suivants :

« Vu la loi du 21 avril 1810 sur les mines, et notamment l'article 50 de cette loi ;

» Vu le décret du 3 janvier 1813, sur la police des mines ;

» Considérant que les travaux des concessionnaires de Couzon, tels qu'ils les suivent, tendraient à compromettre la sûreté et l'existence même du chemin de fer ;

» Que ce chemin, autorisé par ordonnance royale du 17 juin 1826, doit être considéré comme voie publique ;

» Qu'un grand nombre d'ouvriers étant journellement occupés aux travaux du percement de Rive-de-Gier, situé au-dessus du champ d'exploitation des concessionnaires de Couzon, les travaux desdits concessionnaires, qui menacent d'occasionner des accidents graves au chemin de fer, compromettent en même temps la vie de ces mêmes ouvriers, conséquemment la sûreté publique ;

» Que des circonstances aussi graves et imminentes doivent appeler toute l'attention de l'autorité chargée spécialement de veiller à la sûreté publique, et qu'il est urgent de prendre des mesures pour la garantir ;

» Que les dispositions de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810 trouvent dans cette circonstance leur application ;

» Arrête :

» Art. 1er. A partir de la notification du présent, les concessionnaires de Couzon cesseront tous travaux d'exploitation sous le chemin de fer.

» Art. 2. Tout travail d'exploitation est également interdit aux concessionnaires au delà des deux plans verticaux parallèles à l'axe du chemin de fer et distant dudit axe, l'un au nord, de 30 mètres ; l'autre au sud, de 20 mètres.

» Art. 3. Toutefois il sera permis auxdits concessionnaires de conserver ou d'établir sous le chemin de fer deux galeries de communication entre leurs puits et les travaux d'exploitation existant au nord des deux plans verticaux sus-mentionnés.

» Art. 4. (Article qui détermine les dimensions de ces galeries.)

» Art. 5. Les vides déjà exécutés au-dessous du chemin de fer, et dans l'espace compris entre les deux plans verticaux mentionnés en l'article 2, autres que les deux galeries de communication, seront comblés ou muraillés en tout ou en partie, mais toujours de manière à ne laisser craindre aucun éboulement.

» Art. 6. (Article relatif aux travaux ultérieurs d'exploitation en dehors de l'espace réservé.)

» Art. 7. (*Id.*)

» Art. 8. Tous les travaux sus-mentionnés seront exécutés par les concessionnaires de Couzon, immédiatement et à leurs frais, sauf à eux à se pourvoir devant qui de droit pour réclamer de MM. Séguin et consorts toutes et telles indemnités auxquelles ils auraient droit de prétendre, conformément aux lois, soit en raison desdits travaux, soit pour tous autres torts, pertes ou dommages qu'ils croiraient résulter pour eux des dispositions qui précèdent. »

MM. Allimand ont appelé devant le préfet lui-même de cet arrêté.

Ce magistrat a rejeté leur réclamation par un nouvel arrêté du 12 mars 1830, motivé sur ce qu'il n'y avait pas lieu de se pourvoir par voie d'opposition contre un arrêté de police administrative prescrivant des mesures de sûreté publique ; que c'était devant le ministre seulement que la réclamation pouvait être portée.

La compagnie de Couzon s'est alors adressée au ministre. L'administration des mines a été consultée sur sa requête.

Dans un avis du 31 mars 1830, le conseil général des mines a exposé qu'une concession de mine constitue une

propriété nouvelle d'un genre particulier, qui est néanmoins assimilée par l'article 7 de la loi du 21 avril 1810 aux autres biens, notamment à l'égard des cas dans lesquels on peut en être exproprié et des formes de cette expropriation; que ce principe s'applique non-seulement à des expropriations forcées qui seraient poursuivies par des créanciers, mais aussi aux expropriations pour cause d'utilité publique, l'article 7 de la loi renvoyant au code civil qui a prévu ces deux sortes d'expropriations;

Que, par conséquent, lorsqu'il doit y avoir dans une circonstance quelconque une expropriation de mine pour cause d'utilité publique, elle ne peut s'opérer que conformément à la loi du 8 mars 1810, mais qu'il faut distinguer entre les cas où il est question d'une véritable expropriation, et ceux où il y a seulement torts et dommages causés aux propriétaires, et où il appartient aux conseils de préfecture, d'après les lois des 28 pluviôse an VIII et 16 septembre 1807, de régler les indemnités qui peuvent être dues; qu'il résulte de la jurisprudence consacrée par un grand nombre d'ordonnances royales rendues en matières contentieuses, que toutes les fois que l'on peut regarder la privation imposée à un propriétaire comme uniquement causée par une occupation et n'emportant pas une expropriation du fonds, ou comme entraînant seulement soit une moins-value de la propriété, soit des torts et dommáges, l'indemnité est réglée par le tribunal administratif;

Que dans le cas d'un chemin de fer traversant une concession de mines, il n'est question que d'avoir un passage et d'enlever au concessionnaire sur le gîte qui lui est accordé la faculté d'user d'un certain massif dont la conservation est nécessaire à la sûreté de ce passage;

Que cela sans contredit cause au concessionnaire un tort, un dommage, occasionne une moins-value dans sa propriété, mais que les dommages ne peuvent être considérés comme une expropriation;

Que pour qu'il y ait expropriation, il faut que non-seulement la jouissance, mais encore la propriété soient enlevées au possesseur pour être transmises à d'autres qui deviennent propriétaires aux lieu et place du premier, après l'accomplissement des formes judiciaires;

Que si, pour une propriété de la surface, susceptible

de toutes sortes de divisions qui peuvent devenir autant de propriétés nouvelles, rien ne s'oppose à ce que l'expropriation soit appliquée à une de ses portions quelconques, il n'en peut être de même pour une concession de mines qui est indivisible de sa nature, à moins d'une autorisation spéciale donnée par le gouvernement dans les mêmes formes que la concession ;

Qu'ainsi tout jugement qui, prononçant une semblable expropriation, enlèverait au concessionnaire une partie des gîtes à lui concédés pour la transmettre à un tiers, serait illégal puisqu'il opérerait la division d'une concession d'après un mode contraire à celui par lequel seul elle peut être partagée ;

Que ce ne serait donc que par un acte du souverain qu'une portion quelconque d'un gîte concédé pourrait être retranchée de la concession et être transmise à un tiers comme partage de concession ; mais qu'un pareil partage, qui ne saurait s'opérer que sur la demande et du consentement du concessionnaire, ne peut avoir lieu dans aucun cas comme expropriation ;

Que d'un autre côté il serait également contraire à la loi de former avec la portion retranchée une concession nouvelle qui ne serait point destinée à être exploitée, l'exploitation étant le but et la condition de toute concession de mine ;

Qu'il en résulte que l'obligation imposée à un concessionnaire de laisser intacte autour d'un chemin souterrain une portion de gîte minéral, ne constitue nullement une expropriation, mais doit être considérée comme l'occupation, pour un motif d'utilité publique, d'une partie de sa propriété, occupation qui le prive de la jouissance de cette partie de son bien, mais ne le dépossède pas de la propriété du fonds ;

Que cette privation peut être regardée comme analogue à celle qui est souvent imposée aux concessionnaires de mines, par les articles des cahiers des charges qui leur ordonnent de laisser des massifs intacts, soit dans le voisinage des concessions limitrophes, soit pour des causes qui intéressent la sûreté publique ; que dans ces cas ces concessionnaires ne sont aucunement considérés comme perdant la propriété des massifs ainsi réservés ; qu'au contraire ils peuvent en certaines circonstances, et après un temps plus

ou moins long, en récupérer la jouissance, lorsque la cause qui a fait ordonner leur mise en réserve vient à cesser;

Que dans l'espèce actuelle, le cas arrivant où le chemin souterrain serait abandonné, les concessionnaires de Couzon rentreraient naturellement dans la jouissance du massif resté inexploité jusqu'alors;

Que ce massif ne cessera pas d'exister comme mine, de leur appartenir;

Qu'il est de leur intérêt même qu'il reste compris dans la concession, puisqu'il pourra leur devenir utile ou nécessaire d'établir au travers, à une profondeur plus ou moins grande, une ou plusieurs galeries de communication, ainsi que cela a été prévu dans l'arrêté du préfet de la Loire.

D'après ces considérations, le conseil général des mines a émis l'avis que lorsqu'un chemin souterrain vient traverser, comme voie publique, une concession de mine, il ne peut y avoir lieu à ce que le concessionnaire soit exproprié, en faveur et au profit de qui que ce soit, de la partie des gîtes concédés dont la conservation intacte serait jugée nécessaire à la solidité ou à la sûreté de ce chemin, toute expropriation d'une portion de concession étant incompatible avec la nature propre de la concession, et contraire aux articles 5 et 7 de la loi du 21 avril 1810;

Qu'il y a lieu, dans ces circonstances, de déterminer administrativement les portions des gîtes concédés dont la jouissance sera interdite au concessionnaire, qui en conservera la nue-propriété, et de faire régler en conseil de préfecture les indemnités auxquelles il aura droit pour la moins-value, les torts ou dommages que lui occasionne cette privation de jouissance; le tout conformément à ce qui est prescrit par les lois du 28 pluviôse an VIII (art. 4), et du 16 septembre 1807 (art. 4 et 57).

Enfin le conseil a conclu à ce que l'arrêté du préfet de la Loire, du 25 novembre 1829, fût approuvé.

Cependant, en même temps qu'ils s'étaient pourvus administrativement contre cet arrêté, les concessionnaires de Couzon avaient de nouveau assigné devant le tribunal de Saint-Etienne la compagnie Séguin en payement d'une somme de 300,000 fr. pour dommages et intérêts.

La compagnie Séguin déclina la compétence du tribunal.

Le préfet, de son côté, revendiqua la contestation comme appartenant à l'administration.

Le tribunal de Saint-Etienne, par jugement du 19 juin 1830, rejeta en ces termes le déclinatoire :

« Attendu que les mines, à quelques exceptions près, qui dérivent de la nature même de ce genre de biens, sont des propriétés qui sont régies par les règles du droit commun ;

» Attendu que l'arrêté du préfet de la Loire a pour effet de priver les concessionnaires de Couzon d'une partie de leur propriété ; que c'est une véritable expropriation qui, depuis la loi du 8 mars 1810, ne peut être opérée que par les tribunaux, seuls compétents pour fixer l'indemnité ou le prix de la dépossession ; que l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII n'est plus aujourd'hui applicable aux expropriations pour cause d'utilité publique, mais seulement aux indemnités dues à un propriétaire en cas de fouilles ou d'occupation momentanée de son terrain ;

» Attendu que l'argument tiré de ce que la compagnie du chemin de fer est subrogée aux droits du gouvernement, ne change rien à la question, puisque le gouvernement lui-même ne peut priver un particulier de sa propriété, sans une indemnité préalable dûment réglée par les tribunaux ;

» Attendu qu'il n'existe aucune ambiguïté dans les titres respectifs des parties, et que, sous ce rapport, il n'y a pas lieu à en interpréter les dispositions, et conséquemment à renvoyer devant l'administration ;

» Que l'art. 25 des clauses générales annexées aux ordonnances de concession du territoire houiller de la Loire (1), n'a pour objet que de régler les intérêts respectifs des divers concessionnaires entre eux, et ne saurait être applicable lorsqu'il s'agit de travaux étrangers à l'exploitation des mines, surtout lorsqu'ils sont exécutés par des individus non concessionnaires de mines ;

---

(1) Cet article est ainsi conçu : « Dans le cas où le gouvernement reconnaîtrait nécessaire à la sûreté ou à la prospérité des exploitations de faire exécuter des travaux d'art souterrains ou extérieurs communs à plusieurs exploitations, tels que voies d'aérage, galeries d'écoulement, grands moyens d'épuisement des eaux, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux dans l'étendue de la concession. »

» Le tribunal dit et prononce que l'action exercée par les concessionnaires des mines de Couzon contre la compagnie du chemin de fer de Saint-Etienne est de la compétence et dans les attributions des tribunaux; ordonne que les parties plaideront céans, etc. »

Le préfet de la Loire éleva alors le conflit d'attributions par un arrêté du 6 juillet suivant; mais ce conflit tomba en péremption, aucune décision n'étant intervenue dans le délai fixé par l'article 15 de l'ordonnance réglementaire du 1er juin 1828.

Le 24 février 1831, nouvel arrêté de conflit à la suite de l'appel interjeté par la compagnie du chemin de fer, devant la cour royale de Lyon, du jugement du 9 juin 1830.

Le 23 mars, l'affaire du conflit a été renvoyée au conseil d'état par le garde des sceaux. Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative, le nouveau conflit du préfet de la Loire a été annulé, par une ordonnance royale du 8 avril 1831, d'après les motifs suivants :

« En la forme, considérant, d'une part, que par suite de l'expiration des délais fixés par l'article 15 de l'ordonnance réglementaire du 1er juin 1828, sans qu'il ait été statué sur l'arrêté du 6 juillet 1830, qui avait élevé dans l'espèce un conflit d'attribution, cet arrêté a dû être considéré comme non avenu, aux termes de l'article 16 de la même ordonnance;

» Considérant, d'autre part, qu'à l'époque où le préfet du département de la Loire a pris un second arrêté de revendication, la cour royale de Lyon était saisie de l'appel du jugement du 19 juin 1830, contre lequel le conflit est élevé de nouveau, et que dès lors le préfet n'aurait pas dû revendiquer la cause avant d'avoir, par un nouveau déclinatoire, mis la cour royale de Lyon à portée de statuer sur sa propre compétence;

» Au fond, considérant que, par les conclusions prises devant les tribunaux, les concessionnaires de Couzon ne tendent ni à contester à l'administration le droit de police sur les mines, qui lui appartient en vertu de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, ni à faire réformer ou modifier les actes de l'autorité administrative, relatifs, soit à l'établissement même du chemin de fer, soit à l'exercice du droit de police dont il s'agit;

» Que les concessionnaires de la mine de Couzon se bornent à conclure contre la compagnie du chemin de fer au payement des indemnités qu'ils prétendent leur être dues, soit pour une portion de leur périmètre dont ils avaient été privés par suite de l'exécution du chemin de fer au travers dudit périmètre, soit à cause des inhibitions prononcées et des travaux ordonnés par l'arrêté ci-dessus visé, du 25 novembre 1829, et que les tribunaux sont seuls compétents pour procéder, s'il y a lieu, au règlement de toutes ces indemnités. »

(Suit le dispositif qui annule.)

Pendant le même temps et par un arrêt du 21 mai 1833, la cour royale de Lyon, saisie de l'appel interjeté par la compagnie du chemin de fer, confirmait le jugement du tribunal de Saint-Étienne, du 19 juin 1830, sur la compétence.

L'instance fut alors reprise au fond devant le tribunal de Saint-Étienne.

Toutefois, par une requête du 5 juillet 1831, formée au conseil d'état, la compagnie du chemin de fer se constitua opposante à l'exécution de l'ordonnance royale du 8 avril précédent. Elle exposait que l'avocat des concessionnaires de Couzon avait seul été entendu dans la cause, et qu'une décision rendue en matière contentieuse sur la plaidoirie d'une seule des parties intéressées est une décision par défaut relativement à la partie qui n'a pas été entendue. Au fond, elle soutenait que la contestation n'était pas du ressort des tribunaux.

L'administration des mines fut consultée sur cette requête.

Le conseil général des mines pensa qu'un conflit est essentiellement une question d'ordre public, un litige entre l'autorité judiciaire et l'autorité administrative; que devant le tribunal chargé de juger ce conflit, les parties ne sont réellement pas en cause, et que le jugement rendu en leur absence ne peut être considéré comme un acte par défaut; que par conséquent l'ordonnance attaquée avait été rendue suivant les formes rigoureusement prescrites.

Quant à la question du fond, le conseil des mines pensa devoir s'abstenir de la traiter de nouveau; seulement il déclara que s'il avait une seconde fois à se prononcer, il croirait devoir persister dans le premier avis qu'il avait émis en 1830.

Le ministre du commerce et des travaux publics, en envoyant au garde des sceaux les pièces de l'affaire et les avis du conseil général des mines, fit connaître que, sur la question de forme, quant au conflit, il adoptait, ainsi que le directeur général de l'administration, les observations de ce conseil, mais que ni ce fonctionnaire ni lui ne partageaient son opinion sur le fond du procès; qu'ils pensaient, comme l'avait déjà jugé le conseil d'état, que la décision du litige appartenait essentiellement à l'autorité judiciaire. Dans l'espèce, disait le ministre, il s'agissait d'une expropriation réelle, non d'une simple privation de jouissance et d'un dommage causé à l'exploitant de la mine. Le chemin de fer pénètre dans les gîtes de Couzon; il doit en occuper à perpétuité une partie. Il y a donc retranchement de la propriété souterraine qui a fait l'objet de la concession, comme il y a retranchement d'un terrain à ciel ouvert lorsqu'on en prend une certaine étendue pour y établir une route, un canal ou autre ouvrage d'utilité publique. L'analogie est entière, et il serait impossible de soumettre, à deux modes différents, deux cas aussi exactement semblables. On envisage à tort cette dépossession comme un dommage, comme une privation de jouissance qui laisse au concessionnaire la nue-propriété de la mine. Un dommage se rapporte à un acte momentané, et ici il s'agit d'un acte qui doit se continuer à perpétuité; une privation de jouissance doit avoir un terme: ici elle n'en aura pas. Une nue-propriété doit nécessairement se convertir un jour en une propriété pleine et entière; dans l'espèce, cette transformation n'aura lieu à aucune époque. En matière d'indemnités, les lois, la jurisprudence, distinguent les occupations temporaires des occupations permanentes. Les premières sont régies par les lois des 28 pluviôse an VIII et 16 septembre 1807, c'est-à-dire qu'elles appartiennent à la juridiction administrative; les secondes, les occupations permanentes, sont essentiellement soumises au régime de la loi du 8 mars 1810, c'est-à-dire au jugement des tribunaux. Dans la circonstance actuelle, l'occupation doit être permanente: c'est donc aux tribunaux à juger. La disposition du second paragraphe de l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, qui interdit la division d'un gîte minéral, n'est nullement applicable au cas dont il est question dans la cause. Dans cet article, le législateur a voulu seulement qu'une concession, dont le périmètre a été fixé dans le but d'une

exploitation utile et bien entendue, ne pût pas être morcelée arbitrairement au gré du concessionnaire. Mais puisqu'aux termes de la même loi une mine concédée constitue pour le titulaire une propriété véritable, certainement on n'a pas eu l'intention de soustraire le possesseur de cette propriété nouvelle à l'obligation générale et commune de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

Le 14 décembre 1832, une ordonnance royale, statuant seulement sur la question de forme, a rejeté la requête de la compagnie du chemin de fer par une fin de non recevoir fondée sur ce que les articles 13 et 15 de l'ordonnance réglementaire du 1er juin 1828, ont déterminé des formes spéciales pour l'instruction des conflits et la défense des parties intéressées, et que les formes ainsi que les délais particuliers établis par cette ordonnance, sont exclusifs du droit d'opposition autorisé dans les affaires ordinaires par le règlement du 22 juillet 1806.

De son côté l'autorité judiciaire donnait suite au procès porté devant elle.

Les parties produisirent leurs moyens de défense devant le tribunal de Saint-Etienne. Dans un réquisitoire très-remarquable, et qui a été imprimé, le ministère public soutint qu'il y avait lieu à indemnité de la part de la compagnie du chemin de fer envers les concessionnaires de Couzon, à raison du préjudice que leur causait la prohibition d'exploiter au-dessous et à une certaine distance du chemin. Il ne lui parut pas que cette prohibition pût être envisagée comme une expropriation : elle ne faisait point passer en d'autres mains la mine des concessionnaires; elle leur en laissait la propriété et les privait seulement d'une partie de la jouissance. D'ailleurs, ajoutait-il, dans une expropriation il faut une indemnité préalable : ici elle ne pourra être fixée qu'après l'achèvement des travaux du chemin; d'autre part, une concession de mine n'est pas susceptible de division sans une autorisation du gouvernement. Mais il y a lieu à indemnité, parce que c'est un principe de droit et d'équité que tout préjudice que l'on occasionne exige une réparation, un dédommagement, que nul ne peut faire sa condition meilleure au détriment d'autrui. Une mine, dès l'instant qu'elle est concédée, constitue une propriété entièrement assimilée à celle de la surface. D'un autre côté, un chemin de fer concédé à une compagnie peut être défini, disait le ministère public, une

propriété privée à l'usage du public. Comme propriété privée, il jouit de toutes les garanties et de tous les droits assurés à la propriété particulière; en tant qu'à l'usage du public, le gouvernement se subroge la compagnie qui en a l'entreprise, il lui accorde le droit d'exproprier les particuliers. Mais cette compagnie n'est pas pleinement substituée aux droits des propriétaires de la surface, en ce sens qu'elle puisse jouir sans exception de tous les droits qui appartenaient à ces propriétaires. Son droit dérive tout entier de ses statuts; c'est là qu'il faut en chercher l'origine et l'étendue. Ainsi elle ne pourra rien faire, rien entreprendre sur le terrain cédé ou exproprié, qui ne se rapporte à la destination même du chemin de fer. Ainsi, encore son droit ne datera que du jour de sa concession, ce qui l'obligera de respecter tous les droits antérieurs au sien. Le propriétaire de la surface peut élever des constructions sur son sol, postérieurement à une concession de mine, exiger, à raison de ces constructions, toutes les garanties de sûreté que lui offre la loi, parce que son droit est antérieur à celui du concessionnaire, qu'il le domine par sa préexistence. On n'a pu, en donnant une concession de mine, porter atteinte au droit acquis du propriétaire de la surface; mais la position de la compagnie du chemin de fer est toute différente. Son droit ne date que du jour de la concession, elle ne peut en rien nuire aux droits acquis. C'est pourquoi elle ne peut ni directement ni indirectement paralyser, à moins d'une juste indemnité, une concession de houille accordée avant la sienne. Or, dans la cause, la concession des mines de Couzon étant antérieure à la concession du chemin de fer, les propriétaires de la mine ont droit à une indemnité pour le dommage que leur cause l'obligation où ils se trouvent de ne pas exploiter dans un certain rayon, afin de ne point compromettre la sûreté du chemin de fer.

Sur ces conclusions, et par jugement du 31 août 1833, le tribunal de Saint-Etienne, joignant les deux instances introduites par les exploits des 13 avril 1829 et 12 mars 1830, ordonna qu'il serait procédé aux vérifications et estimations prescrites par ses jugements précédents, et que dans ces estimations seraient comprises celles du préjudice qui résultait, pour les concessionnaires de Couzon, de l'inhibition d'exploiter à la distance déterminée par l'arrêté du préfet du 25 novembre 1829, et de toutes les

conséquences dudit arrêté. Le tribunal considérait qu'en matière de dépossession et d'expropriation pour cause d'utilité publique, on doit estimer non-seulement la partie de la propriété dont on est dépossédé, mais encore la moins-value que cette dépossession ou les travaux entrepris causent au surplus de la propriété.

La compagnie du chemin de fer appela de ce jugement devant la cour royale de Lyon. Elle soutint de nouveau que l'arrêté du préfet n'opérait point une expropriation, qu'il ne s'agissait que d'une mesure de police autorisée par la loi pour la sûreté des constructions faites à la surface du sol, et qu'une telle disposition ne pouvait donner lieu à la répétition d'aucune indemnité.

La cour accueillit ce système. Elle envisagea l'interdiction faite aux concessionnaires de Couzon d'exploiter une portion du périmètre qui leur était concédé, comme une mesure de police, de grande voirie, prise par l'administration en vertu de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, et qui, n'ayant pas le caractère d'une expropriation, ne pouvait motiver une indemnité. Voici les principaux considérants de son arrêt, rendu le 12 août 1835 :

« Attendu, en droit, que depuis la loi du 21 avril 1810, conformément aux articles 7 et 8, les mines, quoique concédées à titre gratuit par le gouvernement, constituent bien pour les concessionnaires une propriété perpétuelle et immobilière, disponible et transmissible comme les autres biens, et dont on ne peut être exproprié que dans les cas et selon les formes prescrites relativement aux autres propriétés ; mais qu'un titre spécial de cette même loi soumet néanmoins ce genre de propriété, qu'elle-même a créée, et qui est d'une nature toute particulière, à une surveillance continue de la part de l'administration, surveillance telle, suivant l'article 50, que si l'exploitation d'une mine compromet la sûreté publique, la conservation des puits, la solidité des travaux, la sûreté des ouvriers mineurs ou des habitants de la surface, il doit y être pourvu par le préfet, comme il est pratiqué en matière de grande voirie et suivant les lois ;

» Attendu d'ailleurs que dans tout le territoire sous lequel gisent des mines quelconques qu'a concédées le gouvernement, celui-ci a toujours le pouvoir incontestable d'y établir, d'y ouvrir comme partout ailleurs telles routes nouvelles, telles voies publiques qu'il juge nécessaires ou

utiles, et lesquelles mêmes peuvent être de nature à favoriser le propre intérêt des concessionnaires de mines, en leur facilitant l'exportation, le transport des matières par eux extraites; comme aussi que, dans les cas où les travaux d'exploitation de certaines mines, tels qu'ils sont poussés par les concessionnaires, tendent à s'avancer ou sous le sol même des routes, ou à trop peu de distance d'icelui, et à compromettre ainsi la sûreté de la voie publique, l'exercice de la grande voirie qui appartient à l'autorité administrative, doit bien alors consister à interdire la continuation des travaux d'exploitation auxquels les travaux des concessionnaires ont donné une si dangereuse direction, sans que, d'un tel interdit, qui n'a pas du tout les caractères d'une expropriation pour cause d'utilité publique, puisse résulter pour eux aucun droit à l'indemnité contre le gouvernement, puisque la concession ne leur a été accordée qu'à la charge par eux de subir sans cesse, quant à la direction de leurs travaux, la surveillance établie par l'article 50 de la loi précitée;

» Attendu que par l'effet de la concession qu'a accordée le gouvernement aux parties appelantes pour l'établissement d'un chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, ce chemin est devenu une nouvelle route établie à perpétuité, dont la compagnie doit procurer l'usage au public d'une manière non interrompue pour les transports qui peuvent s'y opérer;

» Attendu qu'à raison de l'établissement d'un tel chemin, lequel, quoiqu'établi par une compagnie de particuliers et à leurs frais, n'en est pas moins une voie publique, comme si c'était le gouvernement qui l'eût établi lui-même, la compagnie a été subrogée par son titre de concession à toutes les obligations du gouvernement de même qu'à tous ses droits;

» Attendu qu'en vertu de cette subrogation les appelants, concessionnaires du chemin de fer, ont dû avoir, comme l'aurait eu le gouvernement, un droit d'expropriation pour cause d'utilité publique sur tous les terrains à travers lesquels ledit chemin devait être dirigé, à la charge d'une juste et préalable indemnité envers les propriétaires;

» Qu'en effet tel est bien le droit dont ils ont usé; mais que, comme subrogés aux droits et aux obligations du gouvernement, ils ne sont pas plus que lui passibles d'indemnités envers les intimés concessionnaires de ce même

périmètre houiller, à raison de l'interdiction qui leur a été faite par l'autorité administrative de continuer à diriger leurs travaux d'exploitation soit au-dessous du chemin de fer, soit au delà de deux plans verticaux d'une largeur déterminée, parallèles à l'axe d'icelui, interdiction qui ne sera peut-être que temporaire, ou qui du moins pourra être restreinte si on vient à reconnaître dans la suite qu'il ne soit pas nécessaire de la maintenir en tout ou en partie pour la sûreté du chemin de fer; interdiction enfin qui, au lieu de pouvoir être considérée comme une expropriation pour cause d'utilité publique, n'a été, ainsi qu'il est dit ci-dessus, qu'un acte de surveillance et de voirie, une de ces mesures de haute police auxquelles tous les concessionnaires de mines quelconques sont perpétuellement soumis, soit par la nature et les énonciations de leurs titres, soit par la loi même qui a érigé ces sortes de concessions en propriétés privées;

» Par ces motifs, la cour rendant droit sur l'appel, etc.,

» Met le jugement dont est appel au néant; émendant et faisant ce que les premiers juges auraient dû faire, dit et prononce que la compagnie du chemin de fer est déclarée exempte de toute indemnité envers les intéressés, à raison de l'interdiction dont il s'agit. »

Les concessionnaires de Couzon se sont pourvus en cassation.

Nous ne nous arrêterons pas sur un moyen préjudiciel de nullité qu'ils ont présenté, tiré de ce qu'il y aurait eu violation de l'autorité de la chose jugée, en ce qu'ils prétendaient que la demande sur laquelle avaient statué les jugements du tribunal de Saint-Étienne, du 9 juillet 1825 et 19 juin 1830, lesquels avaient acquis une autorité définitive, était identiquement la même que celle qui faisait l'objet du jugement attaqué devant la cour royale de Lyon; mais sur la question du fond, ils ont représenté que l'arrêté du 25 novembre 1829, du préfet de la Loire, constituait une expropriation d'une partie de leur concession, et que la cour royale de Lyon, en décidant qu'il ne leur était point dû d'indemnité, avait violé l'article 9 de la charte et les articles 7 de la loi du 21 avril 1810, 545 et 1382 du Code civil. En effet, ont-ils dit, l'article 9 de la charte et l'article 545 du Code civil posent en principe que nul ne doit être privé de sa propriété, si ce n'est pour cause d'utilité publique et moyen-

nant une juste et préalable indemnité. Ce principe s'étend nécessairement aux mines comme aux autres natures de biens; car d'après la disposition formelle de l'article 7 de la loi du 21 avril 1810, la concession d'une mine confère au titulaire une propriété entière, perpétuelle, dont il ne peut être exproprié que dans les cas et selon les formes prescrites pour les autres propriétés. L'arrêté qui interdit l'exploitation d'une partie d'une mine exproprie réellement les concessionnaires, puisque la nature de cette espèce de propriété consiste précisément dans le droit d'exploiter le minerai que contient le terrain. Les mines sont bien assujetties à la surveillance de l'autorité administrative, mais les mesures de police qui peuvent être prises à leur égard, ne doivent pas aller jusqu'à déposséder les concessionnaires de leur droit d'exploitation, à moins d'indemnités, surtout lorsqu'il s'agit d'un arrêté intervenu dans l'intérêt d'un établissement qui n'existait pas encore lorsque la concession de la mine a été instituée. D'un autre côté, quand on supposerait que l'arrêté du préfet de la Loire ne constitue pas une expropriation, du moins faudrait-il reconnaître qu'il a causé un grave préjudice aux concessionnaires de Couzon, et qu'ainsi la compagnie du chemin de fer, qui a provoqué cet arrêté, dans l'intérêt de laquelle il a été rendu, et qui est subrogée, pour l'exécution du chemin, aux obligations comme aux droits de l'état, doit une indemnité d'après l'article 1382 du Code civil, lequel porte que quiconque cause dommage à autrui lui en doit réparation.

La compagnie du chemin de fer a répondu qu'il n'y avait pas expropriation dans l'espèce, mais simple restriction apportée à l'usage de la propriété; que cette restriction devait être subie sans indemnité, comme étant l'effet d'une condition imposée à la propriété en général par le Code civil, et à la propriété des mines en particulier, par la loi du 21 avril 1810.

Il n'y a pas expropriation, disait-elle, car l'expropriation n'existe qu'autant qu'il y a mutation de la propriété, transmission en d'autres mains par une dépossession au profit d'un tiers. Les concessionnaires de Couzon ne sont point expropriés de la partie de leur concession qu'on leur interdit d'exploiter; on n'en exige de leur part ni la cession ni le sacrifice à l'état ou à la compagnie du chemin de fer; on laisse subsister la concession telle qu'elle a été

accordée; seulement on en règle l'usage d'après les conditions auxquelles sont soumis tous les concessionnaires de mines. Il faut bien distinguer le droit de propriété de l'usage de ce droit. Le premier peut subsister et subsiste toujours, quoique le second soit modifié, limité, interdit en telle ou telle partie. Les servitudes privent le propriétaire du libre usage de sa chose; elles n'ont jamais été regardées comme des dépossessions.

Il n'y a donc, pour les concessionnaires de Couzon, ajoutait la compagnie, que simple restriction apportée à leur faculté d'exploiter. Mais cette restriction n'est point de nature à entraîner uue indemnité; elle est une mesure de police, de grande voirie, et l'art. 544 du Code a subordonné l'usage du droit de propriété aux règlements de police. Il en est ainsi dans une foule de cas : lorsque, par exemple, une maison devient sujette à reculement, le propriétaire ne peut plus y faire de grosses réparations; il faut qu'il la laisse dépérir; de là résulte pour lui assurément un dommage considérable. Pourtant, dans la doctrine des arrêts, ce cas est considéré comme une charge sociale pour laquelle aucune indemnité n'est due. Pareillement, si une maison menace ruine, on peut en ordonner la démolition pour cause de sûreté publique, et cela sans aucun dédommagement pour le propriétaire. Le propriétaire d'un bois que traverse une route peut être tenu, sans avoir rien à réclamer, d'arracher ses arbres à une certaine distance de la route. En tant que propriétés comme les autres, les mines sont sujettes aux règlements de police; mais il y a plus : une loi spéciale les régit et a déterminé les conditions de leur jouissance. Aux termes de l'article 11 de cette loi, nulle permission de recherches ou concession de mines ne peut, sans le consentement formel du propriétaire de la surface, donner le droit de faire des sondes, d'ouvrir des puits ou galeries, d'établir des machines ou magasins dans les enclos murés, cours et jardins, ni dans les terrains attenant aux habitations, dans la distance de 100 mètres. L'article 47 enjoint aux ingénieurs d'exercer une surveillance particulière pour la conservation des édifices et la sûreté du sol. Enfin, l'article 50 porte que si l'exploitation compromet la sûreté publique, celle des ouvriers ou des habitations de la surface, la solidité des travaux, il y sera pourvu par le préfet, comme en matière de grande voirie, et selon les lois. Telles sont les charges qui grèvent les

concessions des mines, qui sont inhérentes à leur existence, et dont l'arrêté du 25 novembre 1829 s'est borné à faire l'application. Il n'est pas davantage dû de dédommagement aux concessionnaires de Couzon pour réparation d'un tort causé. L'article 1382 du Code, qu'ils invoquent, ne concerne que le tort que l'on cause à autrui par sa propre faute, par un acte que l'on n'avait pas le droit d'accomplir. L'administration était dans son droit en interdisant des travaux d'exploitation qui offraient des dangers. Quant à la compagnie du chemin de fer, elle a seulement signalé ces dangers à l'autorité; l'arrêté n'est point son fait propre; il n'a pas été pris dans son intérêt privé, mais dans l'intérêt de la sûreté publique. D'ailleurs, en vertu de l'article 11 de la loi du 21 avril 1810, elle aurait pu même s'opposer à ce que les exploitants s'approchassent à moins de 100 mètres du chemin. Loin donc de lui avoir profité, cet arrêté a plutôt restreint les précautions qu'elle pouvait exiger. Ainsi, à aucun titre, elle n'est soumise au payement d'une indemnité.

La cour de cassation n'a pas admis ce système. Elle a, par arrêt du 18 juillet 1837, annulé celui de la cour royale de Lyon, en ces termes :

« Vu les articles 545 du Code civil et 9 de la Charte;

» Attendu que la loi du 21 avril 1810 déclare que les concessions de mines en confèrent la propriété perpétuelle, disponible et transmissible comme les autres biens immeubles, dont les concessionnaires ne peuvent être expropriés que dans les cas et selon les formes prescrites, relativement aux autres propriétés;

» Attendu que tout propriétaire a droit à une juste indemnité, non-seulement lorsqu'il est obligé de subir l'éviction entière et absolue de sa propriété, mais aussi lorsqu'il est privé de sa jouissance et de ses produits pour cause d'utilité publique;

» Attendu que la concession d'une mine a pour objet l'exploitation de la matière minérale qu'elle renferme; que le concessionnaire à qui cette exploitation est interdite sur une partie du périmètre de la mine, pour un temps indéterminé, est privé des produits de sa propriété, et éprouve une véritable éviction dont il doit être indemnisé;

» Attendu que le droit de surveillance réservé par l'article 50 de la loi du 21 avril 1810 à l'autorité administrative sur l'exploitation des mines, n'altère en rien le droit

de propriété du concessionnaire, et ne lui impose pas l'obligation de subir la perte d'une partie de sa concession pour la création d'un établissement nouveau, sans une juste indemnité;

» Attendu, en fait, qu'il est reconnu et constaté par l'arrêt attaqué que la concession de la mine de Couzon est antérieure à celle du chemin de fer, et qu'elle ne contient aucune clause qui oblige les demandeurs à céder une partie du terrain compris dans le périmètre de la mine, pour établir le chemin de fer sans indemnité;

» Attendu que l'arrêté du 25 novembre 1829, provoqué par les défendeurs, a été nécessité par la création du chemin de fer; que ses dispositions n'auraient pas été portées si cette voie nouvelle et souterraine n'avait pas été établie dans la mine, qu'ainsi ce n'est pas un acte de police relatif à l'exploitation de la mine, mais une mesure d'administration prise dans l'intérêt du chemin de fer, et uniquement relative à sa consolidation;

» Attendu que l'article 11 de la loi de 1810 ne peut être appliqué aux établissements formés après la concession, et notamment aux routes souterraines pratiquées dans le périmètre de la mine;

» Attendu que les concessionnaires du chemin de fer sont substitués tant aux droits qu'aux obligations de l'état, et sont passibles de l'indemnité due à raison d'une éviction dont ils profitent;

» Que le traité qu'ils ont passé le 1er avril 1828 avec la veuve Duroseil, propriétaire de la surface, n'a pu leur conférer aucun droit sur la propriété de la mine (1);

» Que l'arrêt attaqué, en refusant aux demandeurs toute indemnité pour les causes rappelées dans leur demande du 12 mars 1830, a violé les lois précitées, casse ledit arrêt, et renvoie la cause et les parties devant la cour royale de Dijon.

---

(1) Ce considérant s'applique à un traité que la compagnie du chemin de fer avait fait dans l'origine avec madame Duroseil, propriétaire sur le monticule de Couzon, et par lequel cette compagnie avait acheté d'elle le terrain qui lui serait nécessaire pour pratiquer le chemin de fer à ciel ouvert ou en souterrain. Nous n'avons point parlé de ce traité dans l'exposé qui précède, les parties elles-mêmes y ayant attaché peu d'importance, et l'intervention de la dame Duroseil dans la cause ayant été déclarée non-recevable.

La compagnie du chemin de fer et les concessionnaires de Couzon se sont présentés devant le nouveau tribunal qui leur était désigné. La cour royale de Dijon s'est rangée à l'opinion de la cour royale de Lyon.

Elle a de même envisagé l'interdiction faite aux concessionnaires de Couzon, d'exploiter dans un certain rayon du chemin de fer, comme étant d'une part une mesure de police dérivant des conditions auxquelles les exploitations de mines sont assujetties dans l'intérêt de la sûreté publique ; et d'autre part comme étant l'effet régulier des servitudes que la propriété souterraine doit supporter, dans ses rapports avec la propriété de la superficie dont les droits sont toujours antérieurs à quelque époque qu'ait été instituée la concession.

Elle a considéré que la concession d'une mine, bien que créant une propriété perpétuelle, ne confère cependant que le droit d'exploiter le gîte minéral objet de cette concession, et que les droits inhérents à la propriété primitive de la surface restent entiers ;

Que seulement le concessionnaire de la mine peut, moyennant indemnité, occuper les terrains nécessaires à son exploitation, mais que là se borne son privilége ;

Qu'à l'égard du propriétaire du sol, il conserve la faculté de faire sur son propre fonds toutes constructions qu'il juge convenables, pourvu que ce ne soit point dans un but évident de nuire au concessionnaire ;

Que s'il en était autrement, tous les terrains compris dans le périmètre d'une concession, périmètre qui embrasse quelquefois une grande étendue, se trouveraient frappés d'une sorte d'interdiction ;

Que la loi exceptionnelle sur les mines ne peut recevoir une telle extension qui n'y est pas exprimée ;

Qu'ainsi, l'on doit reconnaître que, même après l'acte qui a disposé de la mine, les propriétaires de la surface peuvent y faire tous les travaux qui doivent en augmenter la valeur, creuser le sol pour y pratiquer des caves ou des puits, sans être obligés à des dommages et intérêts envers le concessionnaire ;

Que l'état conserve pareillement le droit d'établir les chemins, les canaux que réclament les besoins de l'industrie et de l'agriculture, et que toutes ces nouvelles con-

structions demeurent, comme les anciennes, environnées de la protection et des garanties que les articles 11, 15, 47 et 50 de la loi du 21 avril 1810 ont eu pour objet de leur assurer;

Que, dans l'espèce, les adjudicataires du chemin de fer, étant devenus propriétaires de tout le terrain que ce chemin doit traverser, ont par cela même acquis tous les droits de propriétaires du sol;

Qu'à la vérité un chemin de fer est un établissement d'une nature particulière, à l'égard duquel le gouvernement peut très-bien, dans l'acte d'adjudication, stipuler la condition d'indemniser le titulaire des concessions de mines qui se trouveront sur la ligne de parcours, mais que lorsqu'une semblable obligation n'a pas été insérée dans le contrat, les tribunaux ne peuvent l'imposer.

Un nouveau pourvoi contre l'arrêt de la cour de Dijon a été formé devant la cour de cassation.

On voit que quatre systèmes différents ont été jusqu'ici en présence dans cette longue contestation.

Premier système.

On admet que l'expropriation d'une mine pour cause d'utilité publique doit être soumise aux formes ordinaires prescrites pour les expropriations. Mais on ne regarde pas comme une dépossession l'empêchement imposé à un concessionnaire d'exploiter un certain massif, à l'effet de garantir la solidité d'un chemin souterrain qui vient à être établi dans le périmètre de la concession. On n'aperçoit là qu'une privation de jouissance, qu'une occupation de terrain, qui donnent seulement lieu à de simples dommages et intérêts qu'il appartient aux conseils de préfecture de régler, conformément à la loi du 16 septembre 1807. On conteste d'ailleurs que l'expropriation puisse s'appliquer à une portion d'une mine, une concession formant un tout indivisible qui ne peut être partagé que dans des cas particuliers et suivant des formes spéciales.

Second système.

On n'envisage pas non plus comme une expropriation la prohibition faite au concessionnaire d'exploiter dans

un certain rayon. On pense seulement qu'il y a là matière, de la part du concessionnaire de la mine envers les propriétaires de l'établissement qui a nécessité ces mesures de sûreté, à une demande d'indemnité, en vertu de la règle du droit qui veut que l'on répare le préjudice que l'on cause soit directement, soit indirectement, et dont on profite. On considère la concession de la mine et le chemin de fer comme deux propriétés créées par le gouvernement dans un but d'intérêt public, lesquelles n'ayant que des droits qui datent du jour de leur institution, se trouvent subordonnées l'une à l'autre selon leur ordre de priorité, et ne peuvent se nuire sans que celle dont l'institution est antérieure ne doive une indemnité à celle qui a été établie postérieurement. Mais, dans ce point de vue, le principe de cette indemnité tirant sa source du droit commun, c'est aux tribunaux qu'il appartient de régler les dommages et intérêts qui peuvent être dus.

Troisième système.

On soutient qu'il n'y a ni expropriation ni lieu à indemnité; que l'injonction faite au propriétaire de la mine de réserver un massif dont la sûreté publique exige la conservation, est uniquement une mesure de police semblable à celles qui restreignent, dans une multitude de cas, les droits de la propriété, et qui, ici principalement, dérive des conditions spéciales auxquelles les mines sont assujetties dans l'intérêt de la sûreté publique et des propriétaires de la surface, conditions qui les soumettent à toutes les restrictions que nécessitent les travaux faits dans le sol, et notamment les voies publiques, les nouvelles routes extérieures ou souterraines que le gouvernement veut ouvrir ou qu'il concède à des compagnies.

Quatrième système.

On établit que l'interdiction, pour un temps indéterminé, d'exploiter telle ou telle portion d'une concession, constitue une expropriation ou éviction; que les concessions de mines étant assimilées par la loi aux autres propriétés, et tout propriétaire ayant droit à une indemnité pour toute éviction partielle ou totale de sa propriété ou de sa jouissance, occasionnée par une cause d'utilité

publique, le concessionnaire que l'on prive d'une partie de son exploitation doit être indemnisé, et que cette indemnité doit être réglée par les tribunaux.

Un grand nombre de considérations graves appuient, selon nous, ce dernier système.

Personne ne conteste que la mine ne soit la propriété du concessionnaire; qu'il n'ait le droit de jouir de tout le minerai qu'elle renferme, et le devoir de l'exploiter, en se conformant aux conditions qui règlent sa concession. Or, lorsque, pour un établissement déclaré d'utilité publique, tel que la construction d'un chemin de fer, on lui interdit d'exploiter une portion de cette mine; lorsqu'on circonscrit un certain espace où il ne pourra plus extraire; en un mot, lorsque, pour établir le chemin de fer, on vient se placer au milieu même du gîte qui lui appartient, ne le prive-t-on pas de sa chose? n'est-ce pas l'en évincer, l'exproprier? Ce n'est point un de ces cas prévus par les articles 55 et 56 de la loi du 16 septembre 1807, où il ne s'agit que d'une interruption momentanée de jouissance, d'une occupation temporaire de terrain, occasionnée par quelques fouilles. Dans l'espèce, l'interruption est supposée devoir durer toujours; l'occupation n'aura pas de terme; le chemin est présumé établi à perpétuité. Il y a donc bien là le véritable caractère d'une dépossession.

On objecte qu'on laisse au concessionnaire la nue-propriété; mais à quoi se réduit-elle? Un gîte minéral n'a de valeur qu'autant qu'on peut l'exploiter; ici cette exploitation est interdite, sans qu'on puisse entrevoir un terme à cette interdiction. Dans une nue-propriété, il y a l'expectative d'une jouissance qui doit advenir un jour; la nue-propriété et la jouissance sont deux choses destinées par leur nature à être réunies à une époque plus ou moins éloignée, qui ne sont séparées que temporairement. Ici la nue-propriété ne devrait jamais se convertir en jouissance; elle demeurerait perpétuellement inutile entre les mains de ceux qui la posséderaient. Ce ne serait par le fait qu'une fiction, et rien de plus.

Sans doute il importe au concessionnaire de pouvoir établir des galeries de communication entre les deux parties du gîte qui vont se trouver séparées par le chemin de fer; mais la faculté d'ouvrir ces galeries, ce n'est pas cette nue-

propriété prétendue qui pourra la lui conférer : car le nu-propriétaire n'a aucun droit d'usage sur la chose, et l'ouverture de ces galeries supposerait un droit quelconque d'usage. En outre, cette faculté reste subordonnée à la condition que la solidité du chemin n'en souffrira pas; elle ne sera donc point exercée à titre de propriétaire. Si le concessionnaire conserve un passage pour son exploitation, ce sera à un tout autre titre : ce sera, par exemple, parce que dans l'acte de dépossession ce passage, reconnu compatible avec la sûreté du chemin de fer, lui aura été réservé. Cette réserve pourra entrer en ligne de compte dans le prix qui devra lui être payé, dans les indemnités qui lui seront dues; mais il n'y en aura pas moins eu dépossession de cette partie de la mine, puisqu'au lieu du pouvoir qu'il avait de l'exploiter, d'en tirer le minerai, on ne lui laisse qu'une simple voie de communication, ce qui change, dénature entièrement son droit primitif. S'il y a éviction, expropriation pour le propriétaire de la superficie qui ne peut plus jouir de son champ, qui a été obligé d'en céder une portion, il y a de même éviction, expropriation pour le concessionnaire contraint d'abandonner une portion d'une mine qui lui appartient. Sa position est semblable. Comme les héritages de ce propriétaire, sa mine est sa propriété; comme lui on le prive de sa chose; il doit être indemnisé comme lui.

Nous pouvons ajouter que la jurisprudence du conseil d'état paraît bien être conforme à ces principes. Ainsi il a été décidé par plusieurs arrêts qu'une indemnité est due à un propriétaire dont l'usine, située sur un cours d'eau non navigable ni flottable, éprouve, par suite de travaux d'utilité publique, une diminution perpétuelle de force, et que c'est aux tribunaux civils qu'il appartient de régler cette indemnité; que pareillement lorsqu'une rigole, par exemple, vient à être établie sur une propriété privée pour l'écoulement illimité des eaux d'une route royale, cela constitue une occupation ou servitude indéfinie qui n'est pas de la nature des servitudes dont l'indemnité doit être réglée par les conseils de préfecture. On voit, par ces exemples, que toute servitude continue et d'une durée indéfinie imposée pour des travaux d'utilité publique, et dont il résulte une altération matérielle et majeure dans les conditions de la propriété, est considérée comme con-

stituant une expropriation (1). L'analogie des espèces qui ont donné lieu à la consécration de cette doctrine avec la matière qui nous occupe est évidente. Dans le cas où l'on prive un propriétaire d'usine d'une partie de la force motrice des eaux qui lui appartient par titres, prescription ou autrement; ou lorsqu'on établit une rigole sur le terrain d'un propriétaire foncier, il n'y a pas dépossession de la propriété entière, destruction de l'usine ou éviction de la totalité du terrain ; mais il y a privation, dépossession d'une portion de cette propriété, il y a empêchement imposé pour un temps indéfini de jouir de cette portion retranchée, ou convertie à un autre usage. La même chose a lieu pour un concessionnaire à qui l'on interdit à toujours d'exploiter un massif de sa concession pour la sûreté d'un ouvrage d'utilité publique. Et si l'on considère qu'il

---

(1) Nous citerons un arrêt dans lequel cette doctrine est établie d'une manière expresse. Une crique avait été pratiquée sur le terrain des sieurs Ledos pour l'écoulement des eaux de la route royale no 14, de Paris au Havre. Les sieurs Ledos se sont pourvus devant le tribunal de première instance du Havre, pour être statué sur l'indemnité qu'ils réclamaient. Le préfet a élevé un déclinatoire. Le tribunal s'est déclaré compétent, et, sur l'appel, la cour royale de Rouen a confirmé le jugement. Un conflit avait été élevé par le préfet. Mais le conseil d'état a décidé que, dans l'espèce, il s'agissait d'une servitude indéfinie, laquelle ne pouvait être assimilée aux servitudes dont l'appréciation est laissée aux conseils de préfecture par la loi du 16 septembre 1807. Voici les motifs de l'ordonnance du 5 septembre 1836 qui a annulé l'arrêté de conflit :

« Considérant que le chef de demande revendiqué par le préfet de la Seine-Inférieure a seulement pour objet les indemnités réclamées par les sieurs Ledos par suite des travaux exécutés par l'administration des ponts et chaussées pour l'assainissement de la route royale no 14, de Paris au Havre ;

» Considérant qu'il résulte de l'instruction que la crique pratiquée sur la propriété des sieurs Ledos doit rester ouverte jusqu'à ce qu'il en soit autrement ordonné ;

» Que dès lors cette rigole ou crique ne constitue pas une occupation temporaire ou subordonnée à l'exécution d'un autre moyen d'écoulement déterminé par un projet qui ait reçu l'approbation de l'administration ou qui soit actuellement soumis à son examen ;

» Qu'il s'agit en conséquence d'une occupation ou servitude indéfinie qui n'est pas de la nature de celles à l'égard desquelles l'appréciation de l'indemnité est attribuée aux conseils de préfecture par la loi du 16 septembre 1807. »

y a expropriation dans le premier cas, on doit, ce semble, en conclure qu'elle existe également dans le second.

Cette expropriation d'une partie d'une mine n'a, du reste, rien de commun avec les partages de concessions prohibés par le second paragraphe de l'article 7 de la loi du 21 avril 1810. Il y a dans cet article deux dispositions tout à fait distinctes : la première, qui consacre le principe que les mines concédées sont des propriétés séparées de celles de la surface, mais qui, entre les mains des titulaires, deviennent des propriétés comme les autres biens ; nous venons d'en développer les conséquences. La seconde est toute spéciale, et se rapporte à un tout autre objet, la bonne exploitation des mines. Les gîtes renfermés dans le sein de la terre, n'étant point susceptibles de division comme les propriétés de la surface, exigeant, pour être exploités et aménagés convenablement, des travaux d'ensemble, coordonnés entre eux, la loi qui, en instituant ces sortes de propriétés, avait en vue l'intérêt public, les ressources qu'il était nécessaire de ménager à l'industrie, a dû interdire de partager, sans une autorisation du gouvernement, la concession dont le périmètre avait été fixé comme le plus convenable pour une exploitation utile ; elle a voulu qu'avant de permettre ce partage, on examinât s'il pourrait se faire sans nuire aux travaux, sans entraîner de danger, si enfin chacun des co-partageants aurait les facultés requises pour bien diriger son entreprise. Mais quand, par une force majeure telle qu'une expropriation pour cause d'utilité publique, on retranche d'une concession une certaine étendue qui ne sera plus destinée à être exploitée, qui sera employée à un tout autre usage, il n'y a nullement là partage d'une concession dans le sens indiqué par la loi. Le législateur a entendu parler des divisions de concessions en deux ou plusieurs autres parties destinées à devenir autant de concessions nouvelles et de centres nouveaux d'exploitation, de divisions demandées par le concessionnaire lui-même dans son intérêt privé. Ici, au contraire, la portion retranchée ne formera plus une concession de mine, ne donnera plus lieu à l'exploitation du minerai ; le retranchement s'opère malgré le concessionnaire, par suite d'une déclaration d'utilité publique ; il est obligé, nécessaire ; il n'y a plus lieu d'invoquer le principe de l'indivisibilité de la mine. D'ailleurs, puisque le concessionnaire est forcé de subir ce retranchement,

l'indivisibilité que l'on voudrait conserver ici ne serait que fictive; la mine n'en sera pas moins scindée en deux parties par le chemin de fer; si elle se prolonge au delà, et que le concessionnaire soit censé ou non conserver la nue-propriété du massif réservé, l'effet sera le même. Toutefois il n'y aura pas pour cela division réelle de la concession; car celle-ci restera toujours entre les mains du même titulaire, ne formera qu'une même propriété; seulement par une cause de force majeure, on en aura ôté un massif plus ou moins considérable.

D'un autre côté, cette réduction du périmètre doit-elle être regardée comme une de ces restrictions auxquelles l'exploitation des mines est soumise dans l'intérêt de la sûreté publique, comme une de ces prohibitions de police, législatives ou réglementaires, analogue à celles qui, dans d'autres circonstances, limitent aussi la jouissance des autres propriétés? Sans doute, c'est en vue de la sûreté publique, en vertu de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, que l'interdiction d'exploiter sous l'emplacement et aux approches du chemin de fer, est prononcée par l'autorité administrative; mais cette interdiction, le concessionnaire l'a-t-il encourue parce que ses travaux sont conduits contrairement aux règles de la matière? pas du tout. Il jouit de la mine conformément à son titre, il n'a manqué à aucune de ses obligations. Si on l'empêche d'exploiter, c'est uniquement parce qu'on vient à construire un chemin dans son périmètre, parce que l'état, ou la compagnie qui le représente, vient occuper un des massifs de sa concession pour un ouvrage d'utilité publique. Or, si chacun doit à l'intérêt public le sacrifice de sa propriété, il ne le doit néanmoins d'après les lois, qui ont en cela consacré un principe d'équité naturelle, que moyennant une juste indemnité.

Il est des restrictions imposées à l'exploitation des mines, comme il y en a qui limitent la jouissance des autres propriétés, et qui sont des espèces de servitudes. Ainsi, aux termes de l'article 11 de la loi du 21 avril 1810, un concessionnaire ne peut faire des sondes, ouvrir des puits ou galeries, ni établir des machines à une distance moindre de cent mètres des enclos murés ou des terrains attenants aux habitations. Ainsi encore, d'après l'article 15 de la même loi, le cas arrivant où ses travaux souterrains s'étendent sous des maisons ou lieux d'habitation, sous

d'autres exploitations ou dans leur voisinage immédiat, loin d'avoir droit à aucun dédommagement pour les précautions qu'il doit observer, c'est lui, au contraire, qui doit donner caution de payer toute indemnité en cas d'accident. En effet, on n'a pu lui accorder la concession qu'avec les restrictions qui résultent des droits acquis, des constructions ou ouvrages quelconques qui existent dans le terrain. Le droit des propriétaires du sol est antérieur à celui des concessionnaires de mines, car l'origine des propriétés du sol remonte à l'origine même de la société; les lois les reconnaissent, les protégent, en règlent l'usage, la transmission; elles ne les créent pas. Mais une compagnie à qui l'état permet d'établir un chemin de fer a des droits moins étendus. Comme l'observait M. le procureur du roi de Saint-Étienne, elle n'est pas en tout subrogée aux lieu et place des propriétaires du sol qu'elle a expropriés. Son titre ne date que du jour où la concession du chemin de fer lui a été faite. Et il s'agit là d'une entreprise toute nouvelle, d'une nature particulière, qui diffère complétement de l'usage ordinaire des propriétés. Si donc cette concession est antérieure à celle de la mine, la compagnie ne peut arguer, ce semble, de ce qu'elle a acquis les terrains de ces propriétaires, pour refuser des indemnités au concesionnaire qu'elle prive d'une partie de sa propriété.

D'autre part, bien que ce soit au nom de l'intérêt public que le concessionnaire est évincé d'une partie de sa mine, on peut dire qu'il n'en a pas moins droit à être indemnisé. L'expropriation est faite au nom de la chose publique, dans l'intérêt de tous : tous doivent donc également être indemnisés des charges qu'elle leur cause : or, cela ne serait pas si un concessionnaire de mine pouvait être privé de son bien sans dédommagement, tandis que les autres recevraient le prix des terrains occupés. C'est le gouvernement, il est vrai, qui a concédé la mine, mais il ne s'est réservé le droit de révoquer la concession qu'en cas d'inexécution des clauses prescrites dans l'acte, non pour un établissement nouveau, même d'utilité publique. Dans les permissions d'usines situées sur des cours d'eau navigables ou flottables, on insère la condition que le permissionnaire ne pourra réclamer des dédommagements, si, à quelque époque que ce soit, le gouvernement, dans l'intérêt de la navigation, du commerce ou de l'industrie,

juge convenable de faire des dispositions qui le privent en tout ou en partie des avantages de la permission. C'est que là on accorde un droit d'*usage* à un particulier; tandis qu'en matière de concession de mine, c'est une *propriété* que l'on institue à toujours, et l'on ne peut imposer au possesseur de cette propriété des privations, des obligations qui n'ont pas été spécialement stipulées dans les clauses de l'acte d'institution, ou qui ne sont point écrites dans la loi.

Qu'on remarque bien que du jour où la concession est instituée, celui qui l'a obtenue devient propriétaire incommutable ; qu'il a le droit de jouir de la chose comme tous autres, sauf les restrictions que les lois générales ont prévues. Ainsi investi d'un droit que la législation même lui confère, il se livre souvent à de grandes dépenses pour mettre en valeur sa propriété. Et parce qu'un établissement nouveau viendra la traverser, parce qu'il sera utile au public, on voudra que cette utilité serve de prétexte pour déposséder le concessionnaire sans lui donner de dédommagement. Ce serait évidemment abuser de la règle qui veut que l'intérêt général l'emporte toujours sur les intérêts privés. Il les domine, cela doit être, mais il ne les sacrifie pas (1).

En résumé, on pourrait distinguer ici la surveillance qui est exercée, les prohibitions qui sont faites par l'administration, en vertu de l'article 50 de la loi, ou les servitudes, les restrictions qui dérivent pour le concessionnaire soit des droits des propriétaires de la surface, soit des titres précédemment acquis à des entreprises antérieures à la sienne, soit des règlements de police; et la dépossession ou les interdictions particulières qui résultent du fait d'un établissement nouveau, même d'utilité publique. Dans le premier cas, comme aussi lorsqu'il s'agit de prohibitions prononcées par des mesures léigslatives et générales, il n'y aurait ouverture à aucune action en indem-

(1) Res subditorum sub eminenti dominio sunt civitatis ita ut civitas iis rebus uti possit ob publicam utilitatem. Sed addendum est, id cum fit, civitatem, aut qui civitatis vice fungitur, teneri his qui suum amittunt sarcire damnum. Nam cives cùm socii sint æquum est ut communia habeant damna quæ societatis causâ contingunt, et natura non patitur ut aliorum spoliis nostras facultates augeamus. Grotius, De jure, lib. III.

nité ; dans le second cas, cette indemnité paraîtrait être de droit.

On a élevé deux autres objections :

On a dit que souvent, par les cahiers de charges, les concessionnaires de mines sont astreints à laisser des massifs intacts, soit dans le voisinage des concessions limitrophes, soit pour des conditions de sûreté ; que pourtant on ne considère pas comme des dépossessions ces privations qui leur sont imposées. Sans doute, lorsqu'il dispose d'une mine, le gouvernement est libre d'en fixer le périmètre comme il l'entend, d'imposer toutes les restrictions que réclame l'aménagement des richesses souterraines ou la conservation des hommes et des choses. Celui à qui on concède une mine ne peut prétendre qu'on le dépossède, qu'on le prive de ce qui lui appartient quand on lui interdit d'exploiter tels ou tels massifs ; il n'avait aucun droit sur le gîte minéral avant la concession. La réserve de ces massifs est analogue à l'obligation du bornage pour les propriétés de la superficie, ou aux ouvrages de consolidation que les règlements exigent pour les constructions et les édifices. Mais lorsqu'après coup, quand un concessionnaire jouit paisiblement de sa mine, quand il en dirige convenablement les travaux, on vient lui interdire de l'exploiter dans une certaine partie dont on s'empare, il y a là pour lui véritable éviction, il est bien réellement dépossédé.

Enfin on a objecté que lorsqu'il s'agit d'une expropriation, les lois de la matière veulent que le montant de l'indemnité due pour la propriété expropriée soit réglé par avance ; que, pour une portion de mine cette détermination préalable est impossible dans la plupart des cas, parce que, quand il est question, par exemple, d'un chemin de fer à établir, ce n'est qu'après que le chemin est construit qu'on peut apprécier l'étendue du massif qui est à réserver. Quand il serait vrai que toutes les formes de l'expropriation ne sont pas ici applicables, le principe qu'une indemnité est due, et que c'est aux tribunaux à fixer cette indemnité, n'en subsisterait pas moins ; les formes ne sont que l'accessoire, c'est le fond même du droit qu'il faut considérer.

Concluons donc, en nous bornant aux conséquences qui dérivent de l'ordonnance royale du 8 avril 1831, rendue dans l'espèce, et de l'arrêt de la cour de cassation du

18 juillet 1837, que, lorsqu'un chemin de fer vient à traverser le périmètre d'une concession, et exige, au nom de l'utilité publique, le sacrifice d'une portion de mine qui ne pourra plus être exploitée tant que durera ce chemin de fer, cette interdiction d'exploiter le massif réservé constitue une éviction, une expropriation, pour laquelle une indemnité est due; que cette expropriation n'a rien de contraire au principe de l'indivisibilité, sans autorisation, des concessions, et que c'est aux tribunaux qu'il appartient, dans ce cas, de déterminer le montant de l'indemnité à payer au concessionnaire de la mine par la compagnie adjudicataire du chemin de fer;

Que, toutefois, si la concession du chemin de fer était antérieure à la concession de la mine, il ne serait point dû d'indemnité. L'obligation de conserver le massif ne pourrait alors être considérée comme une éviction, mais comme une servitude de la mine à l'égard du chemin de fer établi, la concession du gîte minéral n'ayant pu être instituée que sous la réserve des droits précédemment acquis aux entreprises déjà existantes dans l'intérieur du périmètre, comme elle n'est faite que sous la réserve des interdictions que la loi impose pour la garantie des propriétés de la surface.

Ainsi qu'on l'a vu au commencement de cet article, l'administration a été d'avis que, dans l'affaire dont nous venons de rendre compte, une indemnité était due aux concessionnaires de la mine de Couzon, à raison de l'éviction, du dommage que leur faisait éprouver l'établissement du chemin de fer. Un premier arrêt de la cour de cassation a prononcé dans le même sens; et quelle que soit la décision définitive à intervenir dans cette affaire, on peut dire que ce principe de l'indemnité pour empêchement d'exploitation, pour privation de jouissance, pour dépossession, en un mot, de l'exercice du droit de propriété, doit prévaloir désormais dans toutes les circonstances de même nature. En effet, les cahiers de charges relatifs aux chemins de fer contiennent maintenant une clause ainsi conçue : « Si la ligne du chemin » de fer traverse un sol déjà concédé pour l'exploitation » d'une mine, l'administration déterminera les mesures à » prendre pour que l'établissement du chemin de fer ne » nuise pas à l'exploitation de la mine, et réciproque» ment pour que, le cas échéant, l'exploitation de la » mine ne compromette pas l'existence du chemin de

» fer.— Les travaux de consolidation à faire dans l'inté-
» rieur de la mine, à raison de la traversée du chemin de
» fer, et *tous dommages résultants de cette traversée pour*
» *le concessionnaire de la mine*, seront à la charge de la
» compagnie du chemin de fer. » Les lois adoptées dans les sessions dernières ont consacré cette disposition, qui sans doute préviendra pour l'avenir des difficultés semblables à celles que l'exécution du chemin de Lyon à Saint-Étienne a fait naître.

Il nous a paru que dans des questions si graves qui touchent à la propriété des mines, il importait de rappeler les considérations diverses qui se sont produites, d'exposer les raisons sur lesquelles chaque opinion s'est appuyée, et qu'une discussion de cette nature, dans laquelle nous avons essayé d'apporter le tribut de nos réflexions personnelles, pourrait offrir quelque intérêt.

ORDONNANCES DU ROI,

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, usines, etc.

PREMIER SEMESTRE 1839.

Ordonnance du 7 janvier 1839, portant que MM. VARNIER-COURNON *et* D'EGREMONT *sont autorisés à construire un bocard à mines avec patouillet sur le territoire de* BONNET (Meuse), *au lieu dit* FERME DE MORANLIEU, *à 50 mètres environ au-dessus du chemin de Bonnet à Ribeaucourt, en utilisant à cet effet les eaux dérivées du ruisseau du* VAL D'ORMANSON.

Bocard avec patouillet, commune de Bonnet.

Ladite ordonnance, et celles qui suivent et qui concernent des établissements de même nature, contiennent des dispositions spéciales relatives à l'établissement de bassins pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant du lavage du minerai.

Ordonnance du 7 janvier 1839, portant que M. TRINQUÉ *est autorisé à établir une forge catalane, à un seul feu, dans la commune de* LACOURT, *arrondissement de* SAINT-GIRONS (Ariége), *sur la rive gauche du* SALAT *et sur une dérivation de cette rivière.*

Forge catalane, à Lacourt.

Ordonnance du 7 janvier 1839, portant que M. Joseph GAUTHIER *est autorisé à établir un lavoir à cheval et deux lavoirs à bras pour le lavage du*

Lavoir à cheval et à bras, à Sainte-Reine.

minerai de fer, dans un terrain qu'il possède au lieu dit BARIGAUD, *commune de* SAINTE-REINE, *arrondissement de* GRAY (Haute-Saône).

Mines d'anthracite de Pramorel.

Ordonnance du 11 *janvier* 1839, *relative à la concession des mines d'anthracite de* PRAMOREL (Hautes-Alpes).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est accordé aux propriétaires des mines d'anthracite de Pramorel, concédées par *ordonnance du* 26 *mars* 1831, *une extension de concession vers le nord*, délimitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par une ligne droite partant du *Rocher noir*, limite des communes de Briançon, du Puy-Saint-Pierre et de Saint-Chaffrey, et joignant l'angle nord-ouest de la maison Ferrier, au lieu dit l'*outre de Bas ;*

A l'est, par le chemin de Pramorel, depuis l'angle nord-ouest de la maison Ferrier jusqu'à l'intersection de ce chemin avec le ruisseau de Pramorel, entre ce hameau et la *maison Albert ;*

Au sud, par le ruisseau de Pramorel, à partir de son intersection avec le chemin du même nom, jusqu'au rocher dit des *Ursières ;*

A l'ouest, par une ligne droite menée du rocher dit des *Ursières* au Rocher noir, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une superficie de 30 hectares, 51 ares, ce qui porte l'étendue totale de la concession de Pramorel à 117 hectares, 51 ares.

Art. 3. La rétribution annuelle de 15 fr., fixée en faveur de la commune de Briançon, propriétaire du sol, par l'article 6 de notre ordonnance du 26 mars 1831, est, conformément à l'engagement qu'en ont pris les concessionnaires, portée à 20 fr. 25 c. à raison de l'extension de la concession.

Ordonnance du 11 *janvier* 1839, *portant que* MM. FESTUGIÈRES frères *sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine à fer des* EYZIES, *située sur le cours d'eau de* LA BÉONE, *commune de* TAYAC, *arrondissement de* SARLAT (Dordogne).

Usine à fer des Eyzies.

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer ;
Un lavoir à bras pour le minerai ;
Un bocard pour les laitiers ;
Dix fours à réverbère pour l'affinage à la houille ;
Un gros marteau ;
Trois trains de laminoirs et un four.

Ordonnance du 11 *janvier* 1839, *portant que* M. Joseph GAUTHIER *est autorisé à établir un lavoir à cheval pour le lavage du minerai de fer, sur un terrain en nature de pré qu'il possède au lieu dit* LE PRÉ ROUSSEL, *commune de* ROSEY (Haute-Saône).

Lavoir à cheval, à Rosey.

Ordonnance du 11 *janvier* 1839, *portant que* MM. Victor LAMARQUE *et* Adolphe GARRIGOU *sont autorisés à établir sur la rive droite de l'*ARIÉGE *et sur une dérivation de cette rivière, au quartier* SAINT-ANTOINE, *dans la commune de* SAINT-PAUL, *arrondissement de* TARASCON (Ariége), *une usine composée ainsi qu'il suit :*

Usine à fer et à acier, à St-Paul.

1° *Un laminoir pour l'étirage du fer et de l'acier, y compris un four de chaufferie en dépendant ;*
2° *Un laminoir pour la fabrication de la tôle, y compris un four de chaufferie en dépendant,*
3° *Un four à cémentation ;*
4° *Six marteaux pour le corroyage et l'étirage de l'acier et six foyers de chaufferie en dépendant ;*
5° *Un fourneau à réverbère pour la fonte moulée.*

Mines de houille de Cublac.

Ordonnance du 11 janvier 1839, *qui apporte des changements aux limites de la concession houillère de* Cublac (Corrèze), *instituée par l'ordonnance du* 16 *juin* 1830.

(Extrait.)

Art. 1er. La renonciation de la société formée pour l'exploitation des mines de houille de Cublac, et actuellement représentée par M. Alexandre Chevallon, son gérant, à une portion de 41 hectares de la concession résultant de l'ordonnance royale du 16 juin 1830, est acceptée.

Il est accordé à la même compagnie une extension de concession à l'est et au nord, d'une contenance de 4 kilomètres 78 hectares. Ces nouveaux terrains demeureront réunis à l'ancienne concession et ne formeront désormais avec elle qu'une seule et même concession.

Art. 2. Au moyen du retranchement et de l'addition qui précèdent, les limites de la concession de Cublac sont fixées définitivement ainsi qu'il suit :

Au sud-ouest, par une ligne droite menée du clocher de Cublac à l'angle oriental de la maison des héritiers de feu Donat dit Vinson, au village de Fondanger;

Au nord-ouest, par une ligne droite menée du point précédent à l'angle sud-est de la métairie du sieur La Pradelle, au village de Vergnes;

Au nord-est, par une ligne droite menée du point précédent à l'angle sud-ouest de la maison du sieur Loubignac, au village de la Géronée;

Au sud-est, par une ligne droite menée du point précédent au clocher de Cublac, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue totale de 7 kilomètres carrés, 91 hectares.

Art. 3. Il n'est rien dérogé aux autres dispositions de l'ordonnance royale du 16 juin 1830 et du cahier des charges qui y est annexé, lesquelles continueront à recevoir leur exécution dans toute l'étendue de la concession délimitée, ainsi qu'il est dit ci-dessus.

Haut-fourneau, bocard et patouillet.

Ordonnance du 22 *janvier* 1839, *portant que* madame veuve Lechanoine-Dumanoir, *et* M. Gabriel-Roger Lechanoine, son fils, *sont autorisés à éta-*

blir, dans la commune de Vandœuvre, *arrondissement de* Bar-sur-Aube (Aube), *un haut-fourneau avec bocard, patouillet et bassins d'épuration.*

Forge, à Abreschwiller.

Ordonnance du 30 *janvier* 1839, *portant que* madame veuve Batelot, *aux noms qu'elle procède, est autorisée*, 1° *à reconstruire, dans le nouvel emplacement désigné sur le plan de situation annexé à ladite ordonnance, la forge qu'elle possède à* Abreschwiller, *commune de ce nom, arrondissement de* Sarrebourg (Meurthe), *et qui sera composée d'un foyer d'affinerie, d'un foyer de martinet et des appareils qui en dépendent;* 2° *à dériver, pour le service de cette usine, les eaux de la Sarrerouge ou Rouge-Eau, et à les emmagasiner dans un réservoir pour en disposer et user à son gré, sauf les conditions insérées dans ladite ordonnance.*

Usine à fer de Perreuil.

Ordonnance du 30 *janvier* 1839, *portant qu'il est permis à* MM. Baille *et* Robert, *propriétaires de l'usine à fer de* Perreuil (Saône-et-Loire), *d'alimenter au charbon de bois les deux hauts-fourneaux de cette usine, autorisés par l'ordonnance du* 29 *novembre* 1831 *comme devant marcher à la houille.*

Usines à fer de la Chaudeau.

Ordonnance du 30 *janvier* 1839, *portant que* M. de Buyer *est autorisé à établir un foyer d'affinerie, surmonté d'un four à réverbère, lequel sera alimenté par la flamme de ce foyer, et en outre les machines de compression nécessaires au roulement de l'usine ; le tout situé près du laminoir faisant partie des usines de* la Chaudeau, *commune d'*Aillevillers, *arrondissement de* Lure (Haute-Saône).

Haut-fourneau, à Sars-Poteries.

Ordonnance du 30 *janvier* 1839, *portant que* M. Delachinal *est autorisé à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer dans l'intérieur de sa verrerie, située en la commune de* Sars-Poteries, *arrondissement d'*Avesnes (Nord).

(Extrait.)

Art. 2. Le permissionnaire, ainsi qu'il s'y est engagé dans sa demande, ne pourra maintenir en activité que l'un de ses deux fours de verrerie pendant la marche du haut-fourneau autorisé.

Usine à fer de Chapelat.

Ordonnance du 30 *janvier* 1839, *portant que* M. Duroux *est autorisé*, 1° *à conserver et maintenir en activité l'usine à fer de* Chapelat, *qu'il possède sur la* Drôme, *dans la commune de* Saint-Claude-la-Coussière, *arrondissement de* Nontron (Dordogne); 2° *à ajouter à ladite usine un nouveau feu d'affinerie.*

L'établissement se composera en conséquence de trois feux d'affinerie, avec les machines de compression nécessaires.

Patouillet, à Courcelles-les-Rangs.

Ordonnance du 10 *février* 1839, *portant que* MM. Bouguerer *frères sont autorisés à établir un patouillet à deux huches pour le lavage du minerai de fer, dans la commune de* Courcelles-les-Rangs, *arrondissement de* Chatillon-sur-Seine (Côte-d'Or).

Patouillet, à Auxange.

Ordonnance du 20 *février* 1839, *portant que* M. Joseph Janneret *est autorisé à établir un patouillet destiné au lavage du minerai de fer, dans le local et sur l'une des roues hydrauliques du moulin qu'il possède sur le ruisseau du* Liguer, *commune d'*Auxange (Jura).

Ordonnance du 20 *février* 1839, *portant que* M. Mensy, Louis, *est autorisé à établir et tenir en activité sur la rivière d'*Aube, *commune de* Dancevoir, *arrondissement de* Chaumont (Haute-Marne), *dans un terrain qui lui appartient, un patouillet à deux huches, servant au lavage du minerai de fer.*

Patouillet, à Dancevoir.

Ordonnance du 7 *mars* 1839, *portant que* M. Perrin-Oudotte *est autorisé à établir un bocard à dix pilons et un patouillet à deux huches pour la préparation du minerai de fer sur une dérivation de la rivière de* Blaise, *dans sa propriété dite* les Petits-Champs, *commune de* Vassy (Haute-Marne).

Bocard et patouillet, à Vassy.

Ordonnance du 7 *mars* 1839, *portant que* M. de Cholet *est autorisé à établir un bocard à mines à huit pilons, avec les patouillets nécessaires, sur le cours du ruisseau de* Longeaux, *dans un pré qu'il possède dans la commune de ce nom, arrondissement de* Bar-le-Duc (Meuse).

Bocard avec patouillet, à Longeaux.

Ordonnance du 12 *mars* 1839, *qui autorise des recherches de mines de cuivre argentifère dans des terrains appartenant à la commune de* Lanet (Aude).

Recherches de plomb, à Lanet.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'État des travaux publics, de l'agriculture et du commerce,

Vu la demande formée, le 11 mai 1838, par MM. Ribes et Paliopy, ayant pour objet d'obtenir la permission de faire des recherches de mines de cuivre argentifère dans des terrains qui appartiennent à la commune de Lanet, département de l'Aude;

Les demandes tendant aux mêmes fins et présentées, le

12 du même mois, par M. le maréchal Clauzel, et le 1er juin, par MM Cambriel et Cros;

La délibération du Conseil municipal de Lanet, du 16 juin 1838, qui se prononce en faveur de MM. Cambriel et Cros, et refuse son consentement aux deux autres compagnies;

Le rapport de l'ingénieur des mines, du 28 juillet, et l'avis de l'ingénieur en chef, en date du 18 août;

L'arrêté du préfet de l'Aude, du 17 septembre;

L'avis du conseil général des mines, du 25 octobre;

Vu les articles 10, 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. MM. Ribes et Paliopy sont autorisés à exécuter des recherches de mines de cuivre argentifère dans des terrains appartenant à la commune de Lanet, département de l'Aude, au lieu dit la Montagne de la Guérande.

Art. 2. Cette autorisation est accordée pour deux années à compter du jour de la notification qui aura été faite de la présente ordonnance à la compagnie Ribes et Paliopy.

Art. 3. Les permissionnaires paieront à la commune de Lanet les indemnités qui seront dues pour occupation de terrains et pour les dégâts qui seraient occasionnés à la surface. En cas de contestation, ces indemnités seront réglées par le conseil de préfecture conformément aux articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 4. Il n'est rien préjugé sur le choix qui pourra être fait ultérieurement du concessionnaire si l'on vient à découvrir des gîtes concessibles, et tous travaux d'exploitation sont formellement interdits jusqu'à ce que cette concession ait été instituée.

Art. 5. MM. Ribes et Paliopy se conformeront, pour la direction des recherches et la sûreté des ouvriers, aux instructions qui leur seront données à cet effet par les ingénieurs des mines du département.

Art. 6. En cas de cessation des travaux sans cause reconnue légitime, de contraventions aux lois ou règlements, ou d'inexécution des conditions ci-dessus prescrites, la présente permission cessera de plein droit d'avoir son effet.

Art. 7. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, de l'agriculture et du commerce est

chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera affichée pendant un mois, à la diligence du maire et aux frais des permissionnaires, dans la commune de Lanet.

Ordonnance du 21 mars 1839, portant que MM. Tourangin *et compagnie et* MM. Luzarche *et* Grenouillet *sont autorisés à faire des recherches de mines de plomb sur les terrains communaux d'*Urciers (Indre), *pendant deux nouvelles années qui courront à compter du jour de la notification qui leur sera faite de la présente ordonnance; et que toutes les autres dispositions de l'ordonnance du 28 novembre 1837 continueront à recevoir leur exécution.*

Recherches de plomb, à Urciers.

Ordonnance du 2 avril 1839, portant que MM. Huot, Petit-Guyot *et* Jobard, *sont autorisés à mettre en activité un lavoir à cheval à deux huches, en remplacement de six lavoirs à bras existant dans leur propriété, commune d'*Autrey, *arrondissement de* Gray (Haute-Saône).

Lavoir à cheval, à Autrey.

Ces six lavoirs à bras, ainsi que les lavoirs situés dans la même localité et autorisés par l'ordonnance du 28 août 1834, demeureront supprimés.

Ordonnance du 2 avril 1839, portant que MM. Prosper et Léon Pinart *sont autorisés à établir dans la commune de* Marquise (Pas-de-Calais) *une usine composée de deux hauts-fourneaux pour la fonte du minerai de fer, de deux cubilots pour la refonte en deuxième fusion, et de soixante-seize fours à coke.*

Usine à fer, à Marquise.

Mines de lignite de la Grange-Dufeys.

Ordonnance du 11 *avril* 1839, *portant qu'il est fait concession à* MM. Marc-François Vigne *et* Jacques-Philippe Amoric *d'une mine de lignite située dans la commune de* Nyons (Drôme).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Grange-Dufeys*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'ouest, par une suite de lignes droites tirées du point où le chemin du rocher rencontre la crête du col d'Aubenas, aboutissant à l'ermitage de Pontian, de cet ermitage à l'ancienne chapelle de Saint-Roch, à l'entrée de la ville de Nyons, et de là à la maison Orange;

Au sud, par une ligne droite tirée de la maison Orange au point où la crête de Garde-Grosse est rencontrée par le chemin dit des Grisards, allant de Nyons à Château-Neuf de Bordette;

A l'est et au nord, à partir de ce dernier point suivant la crête des montagnes de Garde-Grosse, d'Essaillon et d'Ecoupe, jusqu'au col d'Aubenas, point de départ; lesdites crêtes ou lignes de faîte servant aussi de limites entre la commune de Nyons et celles de Château-Neuf et d'Aubres;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 6 kilomètres carrés, 63 hectares.

Art. 11. Dans le cas prévu par l'article 219 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le préfet assignera aux concessionnaires un délai de rigueur qui ne pourra excéder six mois. Faute par les concessionnaires de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, qui prononcera, s'il y a lieu, le retrait de la concession conformément à l'article 10 de la loi du 27 avril 1838, et sauf l'exécution des formalités prescrites dans l'article 6 de la même loi.

Cahier des charges de la concession des mines de lignite de la Grange-Dufeys.

(Extrait.)

Art. 7. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous la ville de Nyons, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le maire, le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'art. 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux pourra être refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation soit de nature à compromettre la sûreté du sol, celle des habitants, ou la conservation des édifices.

Art. 8. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous la rivière d'Aigues, ou à une distance de ses bords moindre de 10 mètres, les travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que les ingénieurs des ponts-et-chaussées auront été entendus, et après que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'arrêté du préfet qui autorisera, s'il y a lieu, les travaux, pourra ordonner aux concessionnaires les mesures qui seraient reconnues nécessaires pour prévenir les infiltrations, et de murailler solidement ou de remblayer complétement les excavations souterraines, si la nature du sol ou le peu de profondeur de ces excavations donne lieu de craindre des affaissements.

L'autorisation pourra même être refusée, s'il est reconnu que, malgré de semblables précautions, les travaux soient de nature à occasionner l'inondation de la mine.

Patouillet, à Aubepierre.

Ordonnance du 11 *avril* 1839, *portant que* M. Paul Bouchu *est autorisé à conserver et à tenir en activité le patouillet destiné au lavage du minerai de fer qu'il possède à* Longuay, *sur la rivière d'*Aube, *commune d'*Aubepierre (Haute-Marne).

Haut-fourneau dans les communes d'Aubepierre et de Dancevoir.

Ordonnance du 11 *avril* 1839, *portant que* M. Paul Bouchu *est autorisé à établir sur la rivière d'*Aube, *communes d'*Aubepierre *et de* Dancevoir, *arrondissement de* Chaumont (Haute-Marne), *un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, allant au charbon de bois, et la machine soufflante nécessaire.*

Usine à fer de Jouannet.

Ordonnance du 11 *avril* 1839, *portant que* M. Raymond de Laulanié *est autorisé à maintenir en activité et à augmenter l'usine à fer de* Jouannet, *située sur le ruisseau de* la Couse, *commune de* Labouquerie, *arrondissement de* Bergerac (Dordogne).

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Un feu d'affinerie au charbon de bois ;
Deux fours à pudler à la houille ;
Deux feux de chaufferie à la houille ;
Une chaufferie de martinet ;
Trois gros marteaux et deux martinets.

Mines de lignite de Gréasque et de Belcodène.

Ordonnance du 25 *avril* 1839, *portant interprétation du décret du* 1er *juillet* 1809, *qui a fait concession à* M. de Castellane *et à* Madame de Cabre *des mines de lignite de* Gréasque *et de* Belcodène (Bouches-du-Rhône).

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative ;

Vu la requête à nous présentée, au nom du sieur comte de Castellane, concessionnaire, conjointement avec la dame de Cabre, de la mine de houille de Gréasque et de Belcodène, ladite requête enregistrée au secrétariat-général de notre conseil d'état, le 12 mars 1836, et tendant à ce qu'il nous plaise l'autoriser à mettre en cause les héritiers Coulomb, ci-après dénommés, pour voir dire que le décret du 1er juillet 1809, qui a fait concession au requérant et à la dame de Cabre de la mine de houille, située sur les communes de Gréasque et de Belcodène, sortira son plein et entier effet, et qu'en conséquence ledit requérant sera maintenu dans la propriété et jouissance du périmètre qui lui a été concédé en vertu de ce décret; condamner en outre les défendeurs aux dépens;

Vu le mémoire en défense présenté au nom de 1° Lazare Coulomb, 2° Marie Deleuil, veuve de Joseph-François Coulomb, tant en son nom personnel que comme tutrice de ses enfants mineurs Joseph et Baptistine Coulomb, 3° Joseph Brun, 4° Marie-Rose-Louise Coulomb, épouse du sieur Chailan, tous agissant comme héritiers de Jean-Joseph Coulomb; ledit mémoire concluant à ce qu'il nous plaise déclarer que le décret du 1er juillet 1809, lequel n'a pas besoin d'interprétation, n'a concédé au sieur de Castellane et à la dame de Cabre que l'exploitation des mines existant sur leurs propriétés; qu'ainsi les mines de Rendegaire, ouvertes sur les propriétés des hoirs Coulomb, n'ont pu être comprises dans cette concession; qu'en conséquence les héritiers Coulomb sont maintenus dans la possession et jouissance des mines de Rendegaire et autres ouvertes sur leurs propres terres, nonobstant toute délimitation de concession à ce contraire; de plus condamner le sieur de Castellane aux dépens;

Vu le mémoire en réplique, enregistré au secrétariat le 31 mars 1838, et dans lequel le sieur comte de Castellane déclare persister dans ses précédentes conclusions;

Vu le mémoire en réplique, enregistré le 21 novembre 1838, et dans lequel les défendeurs déclarent également persister dans leurs précédentes conclusions;

Vu le décret du 1er juillet 1809, par lequel il a été fait concession pour 50 ans, au sieur de Castellane et à la dame de Cabre, du droit d'exploiter les mines de houille existantes dans leurs propriétés situées partie commune de Gréasque, partie commune de Belcodène, ladite conces-

sion limitée par le périmètre tracé au plan général suivant les indications et bornes spécifiées en l'art. 2 de ce décret ;

Vu l'arrêté du préfet des Bouches-du-Rhône, en date du 14 septembre 1809, et le procès-verbal du maire de Belcodène, en date du 9 octobre suivant, relatifs à la mise desdits concessionnaires en possession des mines à eux concédées par ledit décret ;

Vu le jugement rendu par le tribunal de Marseille, le 26 août 1815, lequel, sur une contestation élevée entre les héritiers Coulomb et le sieur de Castellane, relativement à la propriété des mines existantes dans la propriété des héritiers Coulomb, mais comprises dans le périmètre de la concession du 1er juillet 1809, a renvoyé les parties à se pourvoir devant l'autorité compétente pour faire prononcer sur l'interprétation des actes sur lesquels le sieur de Castellane fondait son droit, à savoir le décret de concession du 1er juillet 1809 et l'arrêté du préfet du 14 septembre 1809 ;

Vu l'ordonnance rendue en conseil d'état, le 13 mai 1818, sur le recours intenté par les héritiers Coulomb, en exécution dudit jugement, laquelle ordonnance déclare qu'il n'y a lieu à statuer, quant à présent, sur les fins de la requête, et, avant faire droit, renvoie les parties devant les tribunaux, pour faire juger la question de propriété résultant d'un partage de succession sur lequel les héritiers Coulomb fondent leur droit, tous droits, moyens et dépens réservés ;

Vu les actes des 25 et 30 mai 1818, par lesquels plusieurs des héritiers Coulomb ont déclaré renoncer à toutes prétentions quelconques au sujet de la concession faite au sieur de Castellane et des droits qui en résultent ;

Vu l'ordonnance rendue en conseil d'état, le 27 décembre 1820, sur la requête en reprise d'instance présentée par le sieur de Castellane et la dame de Cabre, laquelle ordonnance, sur le vu des transactions précitées, en donne acte aux requérants et déclare éteinte l'instance réservée par l'ordonnance du 13 mai 1818 ;

Vu le jugement rendu par le tribunal de Marseille, le 15 janvier 1834, lequel, statuant sur les droits de propriété revendiqués par les héritiers Coulomb, se déclare incompétent pour statuer sur la validité et l'interprétation du décret du 1er juillet 1809, et renvoie les hoirs Coulomb

à se pourvoir à cet effet, ainsi et par devant qui il appartient;

Vu l'arrêté de la cour royale d'Aix, en date du 9 juin 1834, lequel, sur l'appel des parties, a rejeté cet appel et confirmé le jugement attaqué;

Vu les diverses pièces et rapports relatifs à l'instruction des demandes et réclamations des sieurs Raabbe, Mouton et Armand, qui sollicitaient la concession de plusieurs mines comprises dans le périmètre accordé au sieur de Castellane et à la dame de Cabre, mais non sur les propriétés privées de ces concessionnaires;

Vu la décision de notre ministre du commerce et des travaux publics, en date du 18 juin 1832, qui, sur l'avis du comité de l'intérieur et du commerce, du 25 mai précédent, a rejeté ces réclamations par les motifs que les mines dont les demandeurs sollicitaient la concession avaient été concédées au sieur de Castellane et à la dame de Cabre par le décret du 1er juillet 1809, ainsi qu'il résultait du périmètre déterminé par l'art. 2 de ce décret et indiqué au plan général;

Vu la lettre de notre ministre des travaux publics et du commerce, en date du 29 septembre 1838;

Vu toutes les autres pièces jointes au dossier;

Vu les lois des 28 juillet 1791, 13 pluviôse an IX et 21 avril 1810, et le décret du 6 mai 1811;

Ouï Me Scribe, avocat du sieur de Castellane;

Ouï Me Roger, avocat des héritiers Coulomb;

Ouï M. Hély-d'Oissel, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que l'art. 1er du décret du 1er juillet 1809, rendu sous l'empire de la loi du 28 juillet 1791, n'a concédé au sieur de Castellane et à la dame de Cabre que le droit d'exploiter les mines de houille existantes dans celles de leurs propriétés qui étaient situées dans le périmètre tracé par l'art. 2;

Que les questions relatives aux droits de propriété ont été renvoyées aux tribunaux par l'ordonnance du 13 mai 1818 et résolues par les jugements et arrêts ci-dessus visés, lesquels ont reconnu en faveur des défendeurs des droits de co-propriété sur la mine de Rendegaire et autres situées, à l'époque de la concession, sur des propriétés appartenant aux héritiers Coulomb dans l'enceinte du susdit périmètre;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Les mines situées dans le périmètre tracé par l'art. 2 du décret du 1er juillet 1809, mais sur des propriétés autres que celles du sieur de Castellane et de la dame de Cabre, ne font point partie de la concession à eux accordée par ledit décret.

Art. 2. Le sieur de Castellane est condamné aux dépens.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'état de la justice, et notre ministre secrétaire d'état des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines de lignite de Goudargues.

Ordonnance du 28 *avril* 1839, *portant qu'il est fait concession à* MM. Dominique-André Franquebalme père, Dominique-André Franquebalme fils, *et* Jean-Joseph Carle, *d'une mine de lignite, située dans les communes de* Goudargues, Verfeuil *et* Saint-André-d'Olérargues (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Goudargues*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

De la grange de la Cornarède, en suivant le chemin d'Uzès à la Bastide de Goudargues ou d'Orniols jusqu'à la maison Blanc de la Bastide; de ce point par une ligne droite, passant par Vigontrès et prolongée jusqu'à la rencontre du Valot de Merlanson; de ce point, par une ligne droite aboutissant en C, intersection de la limite des communes de Verfeuil et de Saint-André-d'Olérargues, avec une autre ligne droite partant du Mas-Vignal, et se dirigeant sur la grange de la Cornarède; de ce point C, par la partie de cette dernière ligne comprise entre ledit point C et la grange de la Cornarède, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 9 kilomètres carrés, 86 hectares.

Ordonnance du 28 avril 1839, portant que la concession houillère, dite de Languin, *arrondissements de* Chateaubriant *et* d'Ancenis (Loire-Inférieure), *est délimitée ainsi qu'il suit :*

Mines de houille de Languin.

Au sud, par la partie de la ligne droite EF, tirée du moulin des Hommeaux à la basse Brechoulière, comprise entre le point E et le point E' de la limite du territoire de la commune de Ligné; par les limites de cette commune jusqu'au point de rencontre B des limites avec la ligne menée du moulin des Hommeaux à la basse Brechoulière; enfin par trois lignes droites B'F — FG et GH, menées successivement des limites de la commune de Ligné à la basse Brechoulière, de la basse Brechoulière à la Garenne, et de la Garenne à Creson;

A l'ouest, par deux lignes droites HJ et JK, tirées de Creson à la grande Lande, et de la grande Lande à Grémil;

Au nord, par deux autres lignes droites KL et LM, menées du Grémil à la métairie de Villeneuve, et de cette métairie au point M du ruisseau qui coule à l'O. et au N. de la Maison-Rouge, lequel point est l'intersection dudit ruisseau avec la droite menée de la Maison-Rouge, dans la direction de l'E. à l'O. *vrai;*

Puis à partir de ce point M, par le cours du même ruisseau jusqu'à la source située en A à l'O.-S.-O. de la Bitaudière, et par une droite dirigée de ce point A sur la Guignardière, et terminée en B², l'un des points limites de la commune de Taillé;

A l'est, à partir de ce point, par les limites du territoire de Taillé jusqu'au point de rencontre B' et le point C de la chapelle Breton. Ensuite par deux droites, CD et DE, menées successivement de la chapelle Breton à la Bourgonnière et de la Bourgonnière au moulin des Hommeaux, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 50 kilomètres carrés, 92 hectares.

Ordonnance du 28 avril 1839, portant que le partage en deux concessions, de la concession des

Mines de Languin.

mines de houille de **LANGUIN**, ***telle qu'elle est délimitée par l'ordonnance ci-dessus et conformément au plan qui y est joint, est autorisé.***

(Extrait.)

Art. **2. La portion qui est située à l'ouest de la ligne de partage PQ tracée sur le plan, et dont M. Phidias Lemaître demeure le titulaire, conservera le nom de** ***concession de Languin;*** elle est délimitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par les droites KL et LM, menées de Grémil à la métairie de Villeneuve, et de cette métairie au point M du ruisseau qui coule à l'ouest et au nord de la Maison-Rouge, lequel point est l'intersection dudit ruisseau avec la droite menée de la Maison-Rouge, dans la direction de l'est à l'ouest *vrai;* puis à partir de ce point M par le cours du même ruisseau jusqu'au point P de la droite de partage, passant par le Vernay et le clocher de Touches;

A l'est, par cette ligne de partage prolongée jusqu'en Q, point de son intersection avec la ligne EF, menée du moulin des Hommeaux à la basse Brechoulière;

Au sud, par la portion de cette ligne EF comprise entre le point Q et la basse Brechoulière; ensuite par les droites FG et GH, menées successivement de la basse Brechoulière à la Garenne, et de la Garenne à Creson;

A l'ouest, par les deux droites HI et IK, tirées de Creson à la grande Lande, et de la grande Lande à Grémil, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 33 kilomètres carrés, 59 hectares.

Art. 3. De part et d'autre de la ligne de partage PQ, les travaux d'exploitation ne devront point s'approcher de cette ligne à une distance moindre de 25 mètres.

Mines des Touches.

Ordonnance du 28 *avril* 1839, *relative à la concession des mines de houille* DES TOUCHES (Loire-Inférieure).

(Extrait.)

Art. 1er. La portion de l'ancienne concession des mines de houille de Languin, située à l'est de la partie de cette

concession que l'ordonnance ci-dessus institue sous le nom de *Concession de Languin*, forme une seconde concession dont MM. Mathieu Frogier et Louis Corroyer, demeurent titulaires. Elle prendra le nom de *Concession des Touches*, et est limitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par le cours du ruisseau qui coule au nord de la Maison-Rouge, à partir du point P de son intersection avec la ligne de partage passant par le clocher de Touches et de Vernay, jusqu'à la source de ce ruisseau, située en A, à l'O.-S.-O. de la Bitaudière, puis du point A par une droite dirigée de ce point sur la Guignardière et terminée en B', l'un des points limites de la commune de Taillé ;

A l'est, à partir de ce dernier point, par les limites du territoire de Taillé jusqu'au point de rencontre D' de ces limites, avec la droite BC passant par la Guignardière et la chapelle Breton, ensuite par deux droites CD et DE menées successivement de la chapelle Breton à la Bourgonnière et de la Bourgonnière au moulin des Hommeaux ;

Au sud, par la partie de la ligne droite EF, tirée du moulin des Hommeaux à la basse Brechoulière, comprise entre le point E et le point E' de la limite est du territoire de la commune de Ligné. De là, en remontant vers le nord, par les limites de cette commune jusqu'au point de rencontre desdites limites avec la ligne menée du moulin des Hommeaux à la basse Brechoulière, puis, par cette portion de la ligne droite comprise entre le point B et le point Q de la ligne de partage P Q ;

A l'ouest, par cette ligne de partage P Q ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 17 kilomètres carrés, 33 hectares.

Art. 2. De part et d'autre de la ligne de partage PQ, les travaux d'exploitation ne devront point s'approcher de cette ligne, à une distance moindre de 25 mètres.

Ordonnance du 28 *avril* 1839, *portant que* M. Berger *est autorisé à établir un lavoir à cheval et un lavoir à bras pour le lavage du minerai de fer, sur un terrain qu'il tient à bail de* Madame veuve

Lavoir à cheval et lavoir à bras, à Valay.

Gabyot, *au lieu dit au* Petit-Bois, *et sur celui qu'il possède au lieu du* Petit-Étang, *près du hameau de* Sainte-Cécile, *commune de* Valay, *arrondissement de* Gray (Haute-Saône).

Mines de houille de la Chapelle-sous-d'Hun.

Ordonnance du 3 mai 1839, *portant rejet d'un pourvoi de* MM. Teissier *et* de Villaine, *en interprétation du décret du* 20 *novembre* 1809, *qui a institué la concession houillère de la* Chapelle-sous-d'Hun (Saône-et-Loire), *dont ils sont propriétaires.*

Louis-Philippe, etc.;

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative,

Vu la requête à nous présentée au nom des sieurs Marc Tessier et de Villaine, concessionnaires exploitants de la mine houillère de la Chapelle-sous-d'Hun; ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'état, le 18 août 1826, et tendant à ce qu'il nous plaise interpréter en tant que de besoin le décret du 20 novembre 1809, qui a fait à la demoiselle Henriette Chambon, leur auteur, concession des mines de houille existantes sous le territoire de la Chapelle-sous-d'Hun, département de Saône-et-Loire; ce faisant, déclarer, conformément au plan original déposé au conseil des mines et approuvé par ledit décret, que le sol exploitable qui existe sous le territoire dit des *Mocquets* fait partie de la concession de la Chapelle-sous-d'Hun;

Vu la lettre de notre ministre des travaux publics, en date du 26 mars 1828, concluant à ce qu'il soit décidé qu'il y a lieu, en l'état des choses, de rejeter purement et simplement la demande des requérants;

Vu toutes les pièces jointes au dossier;

Vu le règlement du 22 juillet 1806;

Ouï Me Latruffe-Montmeylian, avocat des sieurs Teissier et de Villaine;

Ouï Me Nicod, avocat des sieurs Bruyas et Gay;

Ouï M. Hély-d'Oissel, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que les requérants ne produisent aucune

décision soit judiciaire, soit administrative par suite de laquelle il y ait lieu de statuer sur l'interprétation du décret du 20 novembre 1809;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. La requête des sieurs Teissier et de Villaine est rejetée;

Art. 2. Notre garde des sceaux ministre secrétaire d'état au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 6 *mai* 1839, *portant qu'il est fait concession à* MM. Jean-André-Hippolyte Lapeyre, Antoine Claux, Pierre Coudere *et consorts*, *tels qu'ils sont dénommés en l'acte de société reçu le* 1er *septembre* 1838, *par* Me Alary, *notaire à* Aurillac, *de mines de plomb argentifère*, *situées dans les communes de* Saint-Santin-Cantalès, Nieudan, Saint-Victor, Saint-Illide *et* Arnac (Cantal).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Saint-Santin-Cantalès*, est limitée conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite tirée de l'angle sud de la maison du sieur Genestas, à Saint-Bames, à l'angle sud du moulin de Saint-Antoine-Bellier-de-Roufeys;

A l'est, par une seconde droite menée du point précédent à l'angle sud de la grange du sieur Maisenoble, à Alex;

Au sud-est, par une troisième droite, allant d'Alex à l'angle ouest de la grange du sieur Denevers, à Montagne;

Au sud-ouest, par une quatrième et dernière droite menée de Montagne à Saint-Bames, au point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 23 kilomètres carrés, 98 hectares.

Art. 6. Dans le mois qui suivra la notification de la présente ordonnance, ils (*les concessionnaires*) payeront à M. Charles Yose, en exécution de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810, et à titre d'indemnité pour la part qu'il a eue dans l'invention de la mine, une somme de 400 francs.

Cahier des charges de la concession des mines de plomb argentifère de Saint-Santin-Cantalès.

Art. 24. Les concessionnaires ne pourront établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement métallurgique de leurs mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Mines de houille de Lescure.

Ordonnance du 6 *mai* 1839, *portant qu'il est fait concession à* M. Hippolyte de Pegayroles, *de la mine de houille, dite de* Lescure, *située dans la commune de* Lapanouze, *arrondissement de* Saint-Affrique (Aveyron).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Lescure*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit :

Au nord, par la limite commune des terres mixtes de Milhau et de la Cavalerie et du domaine de Lescure, depuis le point de jonction des limites des trois communes de Milhau, la Cavalerie et Lapanouze (point A du plan), jusqu'à la rencontre de la limite des terres de Lescure avec celles de la Cavalerie (point B du plan);

A l'est, par la limite des terres de Lescure et de la Cavalerie, jusqu'à la rencontre de la route Royale n° 99, d'Aix à Montauban (point C du plan);

Au sud, par ladite route, depuis le point précédent jusqu'à la rencontre de la ligne qui sépare les terres de Lescure de celles de la Beaume (point D du plan);

A l'ouest, par la ligne séparative ci-dessus désignée jusqu'en A, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 1 kilomètre carré, 12 hectares.

Ordonnance du 6 *mai* 1839, *portant que* MM. BERTRAND frères *sont autorisés à établir, dans la commune de* CHEMINON, *arrondissement de* VITRY-LE-FRANÇAIS (Marne), *un haut-fourneau, deux bocards et deux patouillets.*

Haut-fourneau, bocards et patouillets.

Ordonnance du 6 *mai* 1839, *portant que* M. PAILLOT *est autorisé à construire un bocard à mines sur la rivière de* SAULX, *près de son moulin de* MESNIL-SUR-SAULX (Meuse), *et dans l'emplacement de l'un des deux déversoirs existants sur la rive gauche du Biez.*

Bocard, à Mesnil-sur-Saulx.

Ordonnance du 11 *mai* 1839, *portant que l'article* 8 *de l'ordonnance du* 18 *février* 1836, *qui interdit d'employer dans le haut-fourneau dont elle a autorisé l'établissement dans la commune de* GORCY (Moselle), *d'autres bois ou charbons de bois que ceux qui seraient achetés en pays étrangers, est abrogé;*

Que l'article 9 *qui prescrit diverses dispositions ayant pour objet d'assurer l'exécution dudit article* 8, *est pareillement abrogé,*

Et qu'il n'est rien dérogé aux autres articles de l'ordonnance du 18 *février* 1836, *qui continueront à recevoir leur plein et entier effet.*

Haut-fourneau, à Gorcy.

Ordonnance du 11 *mai* 1839, *portant que* MM. MARLAND *frères sont autorisés à établir un haut-four-*

Haut-fourneau, à Gray.

neau pour la fusion du minerai de fer dans l'enceinte des ateliers de construction qu'ils possèdent en la ville de Gray (Haute-Saône).

Usine à fer de Graffanaud.

Ordonnance du 11 *mai* 1839, *portant que* M. Joseph Graffanaud *aîné est autorisé à ajouter à l'usine à fer de* Graffanaud *existant sur la rivière de l'*Isle, *commune de* Saint-Paul-la-Roche, *arrondissement de* Nontron (Dordogne) :

Un haut-fourneau à fondre le minerai de fer,
Un bocard pour les laitiers,
Un four à réverbère chauffé au bois,
Un train de laminoirs à barreaux, comprenant deux paires de cylindres.

Usine à fer, dite la Bicoque, à Busserolles.

Ordonnance du 11 *mai* 1839, *portant que* M. Chambaud, *fils aîné, est autorisé à établir une usine à fer dite* la Bicoque, *sur la rivière de la* Tardoire, *dans la commune de* Busserolles, *arrondissement de* Nontron (Dordogne).

La consistance de cette usine est et demeure fixée à deux feux d'affinerie et un marteau.

Usine à fer, à Busserolles.

Ordonnance du 11 *mai* 1839, *portant que* M. Chambaud, *fils aîné, est autorisé*, 1° *à établir une usine à fer sur la rivière de la* Tardoire, *commune de* Busserolles, *arrondissement de* Nontron (Dordogne), 2° *à établir dans la même usine un haut-fourneau et autres accessoires, de manière que la consistance de l'établissement comprenne en définitive :*

Un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer,
Un bocard pour les aitiers,

Un lavoir à bras pour le minerai,
Un feu d'affinerie,
Et un marteau.

Ordonnance du 11 mai 1839, portant que M. Vallade est autorisé à rétablir l'ancienne usine à fer de Saint-Estèphe, *sur le cours d'eau dit du* Grand-Étang, *commune de* Saint-Estèphe, *arrondissement de* Nontron (Dordogne).

Usine à fer, à Ste-Estèphe.

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

1° Un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer,
2° Un bocard pour les laitiers,
3° Un lavoir à bras pour le lavage du minerai,
4° Deux feux d'affinerie et un marteau,

Ordonnance du 27 mai 1839, portant que M. Barcellon *est autorisé à établir à* Domène, *arrondissement de* Grenoble (Isère), *sur le ruisseau de* Domène, *une usine à acier composée;*

Usine à acier, à Domène.

1° D'une aciérie contenant un feu de forges avec ses machines de compression et un fourneau à la houille ;

2° D'une refenderie ou étirerie, composée d'un feu de chaufferie à la houille, avec sa soufflerie et les marteaux ou machines de compression nécessaires.

Ordonnance du 27 mai 1839, portant que MM. Lore-Duroux, Delhom et Ce *sont autorisés à établir dans la commune d'*Alciette-Bascassan, *arrondissement de* Mauléon (Basses-Pyrénées), *et sur une dérivation du ruisseau de* Laurhibar, *une usine à fer composée de :*

Usine à fer, à Alciette-Bascassan.

Un haut-fourneau,
Deux feux d'affinerie,

Un gros marteau,
Deux fours à reverbère,
Un laminoir et deux machines à fendre,
Et deux cubilots pour la fonte de deuxième fusion.

Usine à fer, à Aulnoy.

Ordonnance du 27 *mai* 1839, *portant que* M. Urbain *père est autorisé à établir dans la commune d'*Aulnoye, *arrondissement d'*Avesnes (Nord), *une usine à fer qui comprendra :*

1° *Deux hauts-fourneaux allant au coke ;*
2° *Deux fours de finerie ;*
3° *Un cubilot,*
4° *Un four de fusion à réverbère ;*
5° *Deux fours à puddler ;*
6° *Huit fours à chauffer,*
7° *Et les machines de compression nécessaires au roulement de l'usine.*

Haut-fourneau, à Vendenesse.

Ordonnance du 27 *mai* 1839, *portant que* M. Chapard *est autorisé à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, dans un terrain qu'il possède sur la rive gauche du canal de* Bourgogne, *près de l'Écluse, n°* 70, *dans la commune de* Vendenesse, *arrondissement de* Beaune (Côte-d'Or).

Patouillet, huilerie et moulin à blé, à Lignerolles.

Ordonnance du 2 *juin* 1839, *portant que* M. Toutain *est autorisé à établir un patouillet pour le lavage du minerai de fer, une huilerie et un moulin à blé sur la rivière de l'*Aubette, *commune de* Lignerolles (Côte-d'Or).

Ordonnance du 2 *juin* 1839, *relative à l'exploitation des carrières du département de* Loir-et-Cher.

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics ;

Vu le projet d'un nouveau règlement rédigé les 5 juin et 5 septembre 1838 par les ingénieurs des mines du département de Loir-et-Cher, et proposé par le préfet le 3 octobre suivant, pour l'exploitation des carrières qui existent dans ce département;

L'avis du conseil général des mines, du 10 janvier 1839;

Vu le règlement du 20 novembre 1822;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art 1er. Les carrières de pierre à bâtir et de marne, actuellement existantes dans le département de Loir-et-Cher, et toutes les autres carrières de même genre qui pourront y être ouvertes à l'avenir, seront soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

TITRE Ier.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES.

Art. 2. Dans toute exploitation de pierre à bâtir ou de marne, la surveillance de la police sera exercée, sous la direction du préfet, soit par le maire de la commune dans laquelle sera située l'exploitation, ou, à son défaut, par les adjoints du maire, soit par les commissaires de police; le tout conformément aux articles 8 à 15 du code d'instruction criminelle.

La surveillance de l'administration, relativement à l'observation des règlements locaux, sera exercée, sous l'autorité du préfet, par l'ingénieur des mines de l'arrondissement et par le maire de la commune où sera le siége principal de l'exploitation. En l'absence de l'ingénieur des mines, cette surveillance sera exercée par un inspecteur particulier des carrières, qui sera nommé par notre ministre des travaux publics, sur la présentation du préfet.

Dans les lieux où l'importance du service l'exigera, il sera adjoint à l'inspecteur particulier des carrières des agents secondaires, sous le nom de surveillants des carrières, lesquels seront nommés par le préfet.

Art. 3. L'ingénieur des mines présentera tous les ans au préfet un rapport sur les carrières du département, après les avoir visitées. Il donnera son avis sur les affaires administratives qui s'y rapportent, toutes les fois qu'il en sera requis par le préfet; il informera le préfet de tous désordres,

abus ou inconvénients qu'il aurait observés dans l'exploitation des carrières. Il proposera les mesures d'ordre public dont il aura reconnu la nécessité, ou les moyens d'amélioration qu'il lui paraîtrait utile d'introduire; sous ce dernier rapport, il éclairera les exploitants en leur faisant connaître les inconvénients qu'il aurait reconnus dans leurs travaux.

Art. 4. Sur le rapport de l'ingénieur des mines, le préfet, après avoir pris l'avis du maire de la commune, et entendu l'exploitant de la carrière dont il s'agira, pourra ordonner la suspension des travaux reconnus dangereux, et prescrira telles mesures de sûreté qu'il appartiendra, sauf recours au ministre des travaux publics.

Lorsqu'en visitant une exploitation l'ingénieur reconnaîtra une cause de danger imminent, il fera, sous sa responsabilité, ainsi que le prescrit l'article 5 du décret du 3 janvier 1813, les réquisitions nécessaires aux autorités locales, pour qu'il y soit pourvu sur-le-champ d'après les dispositions qu'il jugera convenables, ainsi qu'il est pratiqué en matière de voirie lors du péril imminent de la chute d'un édifice.

Art. 5. Le préfet réglera aussi, sur le rapport de l'ingénieur des mines, et sauf recours au ministre des travaux publics, tous les cas non prévus par le présent règlement.

Art. 6. L'exploitant sera tenu de faciliter aux ingénieurs des mines et à l'inspecteur particulier des carrières, ainsi qu'à tous les fonctionnaires publics et agents délégués par l'administration, les moyens de visiter et de reconnaître les travaux de l'exploitation.

Art. 7. Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera soit de continuer l'exploitation d'une carrière en activité, soit d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet du département par l'intermédiaire du sous-préfet de l'arrondissement et du maire de la commune dans laquelle sera située la carrière.

Art. 8. Cette déclaration énoncera les noms, prénoms et demeure du propriétaire ou entrepreneur, et, dans le cas de l'ouverture d'une carrière nouvelle, l'indication de ses droits de propriété ou de jouissance du sol.

La déclaration fera connaître d'une manière précise le lieu et l'emplacement de travaux, et elle exprimera si l'exploitation doit avoir lieu à ciel ouvert, par cavages à bouches ou par puits.

Art. 9. Ladite déclaration devra être faite :

1° Par tout entrepreneur de carrière actuellement en activité, dans le délai de trois mois, à compter de la publication du présent règlement ;

2° Par tout entrepreneur de nouvelle carrière ou qui reprendrait des travaux abandonnés, un mois avant que l'on puisse mettre en activité l'exploitation de la carrière projetée.

Art. 10. Faute par lesdits propriétaires ou entrepreneurs d'avoir fait la déclaration sus-énoncée dans les délais prescrits, le préfet, aussitôt qu'il sera informé de l'existence d'une exploitation non déclarée, en ordonnera la visite ; après quoi, sur le rapport du maire de la commune où sera située ladite exploitation, et sur l'avis de l'ingénieur des mines ou de l'inspecteur particulier des carrières, le préfet, après avoir entendu les exploitants de ladite carrière, pourra ordonner, s'il y a lieu, que, provisoirement et par mesure de police, les travaux en seront suspendus jusqu'à ce que la déclaration sus-énoncée ait été effectuée, et sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Art. 11. Tout propriétaire ou entrepreneur d'exploitation sera tenu de produire, toutes les fois que l'administration le jugera nécessaire, un plan des travaux, coordonné avec deux coupes verticales faites en deux sens perpendiculaires l'un à l'autre, dressé sur une échelle de 2 millimètres par mètre. Ces plans seront vérifiés par l'ingénieur des mines de l'arrondissement, et, en son absence, par l'inspecteur particulier des carrières. Ils seront, de plus, certifiés par le maire de la commune.

Art. 12. Tout entrepreneur d'exploitation sera personnellement responsable du fait de ses employés et ouvriers. Ces derniers devront toujours être porteurs de livrets, conformément à l'art. 12 de la loi du 22 germinal an XI (12 avril 1803).

Il devra, et toutes les fois que le préfet l'exigera, transmettre à la préfecture un état énonçant les noms, prénoms et demeure de chacun desdits ouvriers.

Art. 13. Nul exploitant ne pourra abandonner, combler ou faire écrouler une carrière avant d'en avoir fait la déclaration au préfet, lequel, après avoir fait reconnaître l'état des lieux, prescrira ce qu'il appartiendra dans l'intérêt de la sûreté publique.

TITRE II.

RÈGLES SPÉCIALES SUR L'EXPLOITATION.

SECTION Ire.

Classement des carrières.

Art. 14. Les masses ou bancs calcaires présentant des épaisseurs variables et divers degrés de dureté, et ces bancs ou masses étant couverts par une épaisseur plus ou moins grande de terre, il y aura, d'après ces circonstances, différents mode d'exploitation ; ces modes sont :

1° A découvert, par tranchées à ciel ouvert ;

2° Par cavage à bouches, en pratiquant, dans un front de masse mis à découvert, des ouvertures au moyen desquelles on pénètre dans son intérieur par des galeries plus ou moins larges ;

3° Les marnières seront exploitées à ciel ouvert, par puits ou cavage à bouches, suivant l'état des lieux.

SECTION II.

De l'exploitation à découvert.

Art. 15. Toutes les masses dont le recouvrement de terre sera moindre de 4 mètres, et généralement lorsque les bancs du sol n'auront aucune solidité, ou que la pierre aura une trop grande quantité de fils ou fissures, seront exploitées à découvert.

Art. 16. Les terres seront coupées en retraite par banquettes ou talus suffisants pour empêcher l'éboulement des masses supérieures. La pente à donner au talus sera déterminée par la connaissance des lieux, à raison de la nature et de la consistance du banc de recouvrement.

Art. 17. Il sera ouvert un fossé de 1 à 2 mètres de profondeur et autant de largeur, au-dessus de l'exploitation ; on rejettera le déblai de ce fossé sur le bord du terrain, du côté des travaux, pour y former une berge ou rempart destiné à prévenir les accidents et à détourner les eaux.

Art. 18. L'exploitation ne pourra être poursuivie que jusqu'à la distance de 10 mètres des deux côtés de tous chemins à voitures, édifices et constructions quelconques.

Art. 19. Il sera laissé, outre cette distance de 10 mètres prescrite par l'article précédent, 1 mètre pour mètre d'épaisseur des terres au-dessus de la masse exploitée au bord desdits chemins, édifices et constructions.

SECTION III.

Exploitation par cavage à bouches.

Art. 20. Les masses qui seront recouvertes par 4 mètres au plus de terre, et dont les bancs supérieurs présenteront assez de solidité pour servir de ciel à la carrière, pourront être exploitées par cavage à bouche.

Art. 21. L'exploitation par cavage à bouche sera divisée en trois classes.

Première classe. (Le cavage à un seul étage.) Il sera pratiqué ainsi qu'il suit :

Sur la longueur du front du cavage, on enlèvera, en tout ou en partie, les terres de recouvrement de la masse, si ces terres sont friables, de manière à y former une retraite ou banquette dont la largeur sera proportionnée à l'épaisseur de la couche de recouvrement.

Art. 22. Toutes les fois que l'abord d'une carrière sera reconnu dangereux, un fossé de 1 mètre de largeur et autant de profondeur sera ouvert parallèlement au front de masse et au-dessus de l'entrée de la carrière, comme il est prescrit par l'art. 16 ci-dessus, pour l'exploitation à découvert.

Art. 23. Sur l'étendue du front de masse, on percera en ligne droite une ou plusieurs galeries de service parallèles entre elles; la largeur de ces galeries sera subordonnée à l'état du ciel de la carrière; et dans les localités connues jusqu'à présent, cette largeur n'excédera pas $4^{m},70$.

Art. 24. Il sera ouvert, de l'un et de l'autre côté de la galerie de service, ou d'un côté seulement, des ateliers ou chantiers d'exploitation qui auront une largeur de 3 à $4^{m},70$ selon la solidité de la masse.

Art. 25. Les piliers qui devront être laissés entre chaque atelier seront épais de 3 à 6 mètres, selon la résistance de la pierre, de manière toutefois à ce que l'épaisseur des piliers soit toujours au moins égale à la largeur des ateliers. Ces piliers pourront être recoupés transversalement par des galeries dont la largeur n'excédera pas celle des ate-

liers les plus voisins, et de manière à laisser des piliers carrés.

Art. 26. La hauteur des ateliers sera limitée par l'épaisseur de la couche à exploiter, qu'il faudra enlever en entier quand son épaisseur ne sera pas trop considérable, et que la couche supérieure sera assez solide pour servir de ciel. Dans le cas contraire, on laissera au faîte une partie de la couche en exploitation, sur une épaisseur de 50 centimètres au moins.

Art. 27. Les déblais ou vidanges seront entassés dans les ateliers abandonnés, de manière à les remplir jusqu'au faîte, et notamment aux endroits dont on suspecterait la solidité. Dans ce cas, les ouvriers qui, par imprudence, auraient fait ces excavations dangereuses, seront tenus de les remplir de suite.

Art. 28. *Deuxième classe.* (Le cavage à plusieurs étages.)

Cette exploitation pourra être pratiquée dans les masses épaisses de plus de 7 mètres, lorsque le banc supérieur aura au moins 1 mètre d'épaisseur, et paraîtra suffisamment solide pour servir de ciel au dernier étage de l'exploitation.

Art. 29. Les ateliers ou chantiers d'exploitation de l'étage supérieur ne pourront avoir plus de 5 mètres de largeur. Les piliers réservés entre eux devront avoir au moins 4 mètres d'épaisseur.

Art. 30. Dans les étages inférieurs, les chantiers d'exploitation auront toujours, en largeur, 1 mètre de moins que ceux de l'étage immédiatement supérieur. Les piliers seront disposés de telle manière que ceux d'un étage correspondent à ceux des autres étages, et qu'il y ait toujours, dans la carrière, plein sur plein et vide sur vide.

Art. 31. L'épaisseur des planchers laissés entre deux étages successifs ne devra jamais être moindre de 1 mètre, et pourra, suivant les circonstances, être portée à 2 mètres dans les cas suivants :

1° Toutes les fois qu'on travaillera au-dessus d'une galerie déjà faite ;

2° Quand on travaillera au-dessous d'une galerie dans laquelle les voitures circulent ou pourront circuler.

Art. 32. Dans le cas où l'on travaillera sous une galerie ne pouvant servir au roulage, l'épaisseur du plancher de séparation pourra être réduite jusqu'à 30 centimètres.

Art. 33. Aucun plancher de séparation, quelle que soit son épaisseur, ne pourra être recoupé sans une autorisation préalable.

Art. 34. Dans cette espèce d'exploitation, aucun étage ne pourra être entrepris ou poursuivi avant que l'état des travaux supérieurs et inférieurs n'ait été reconnu par des sondages ou quelque autre moyen que ce soit.

Art. 35. *Troisième classe.* (Le cavage en haut banc.)

Ce mode de travail, qui consiste à s'élever sur les déblais entassés dans une galerie pour prendre le banc supérieur, sans laisser de plancher, pourra être pratiqué concurremment avec le cavage à plusieurs étages, dans l'exploitation des couches épaisses de plus de 7 mètres.

Art. 36. Aucune exploitation en haut banc ne pourra avoir lieu au-dessus d'une galerie, sans que le plan de cette galerie n'ait été préalablement levé.

Art. 37. La galerie sur laquelle on s'élèvera ne devra jamais avoir plus de 5 mètres de largeur; et dans les parties où cette galerie aurait plus de 5 mètres, on la réduirait à cette largeur par un ou deux piliers longitudinaux construits en gros moellons.

SECTION IV.

Dispositions relatives aux trois classes d'exploitation par cavage à bouches.

Art. 38. Dans toute exploitation par cavage à bouches, le dépôt des vidanges ou déblais est interdit sur le sol des galeries servant de communication principale entre deux parties importantes d'une carrière.

Art. 39. Les galeries où le roulage s'opère au moyen de voitures et de chevaux, devront, quand les chocs des roues et les cahots y seront reconnus dangereux, avoir au moins 2m,30 de large, et 2 mètres de hauteur.

L'exploitant devra en outre tenir le sol desdites galeries dans un état de viabilité constant.

SECTION V.

Exploitation des marnières.

Art. 40. L'exploitation des marnières à ciel ouvert ou par enfoncement peu profond est assujettie aux mêmes rè-

gles que les carrières de pierre qui sont prescrites par les art. 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 et 23.

Art. 41. L'exploitation des marnes pourra être faite par puits lorsque ces terres se trouveront à plus de 7 à 8 mètres de profondeur ; les puits n'auront pas plus de 15 décimètres de diamètre, et seront boisés solidement en chêne dans toutes les parties où ils ne traverseront pas un rocher reconnu suffisamment solide.

Art. 42. L'exploitation proprement dite ne pourra commencer qu'à la distance horizontale de 6 mètres au moins du fond du puits. Les galeries qui partiront de celui-ci seront larges de 1 mètre et hautes de 2 mètres au plus ; on évitera avec soin tout éboulement qui pourrait compromettre la solidité du puits.

SECTION VI.

Dispositions communes à toutes les carrières.

Art. 43. Les exploitations par puits ou par cavage, de quelque classe qu'elles soient, ne seront poussées qu'à la distance de 10 mètres, des deux côtés des chemins à voitures, des édifices et constructions quelconques. Cette distance sera augmentée d'une quantité égale à la somme de la hauteur et de la largeur des chantiers d'exploitation.

TITRE III.

RÉPRESSION DES CONTRAVENTIONS.

Art. 44. Les contraventions au présent règlement qui seraient commises par les exploitants de carrières, soit à ciel ouvert, soit souterraines, et d'où résulteraient des détériorations quelconques aux routes tant royales que départementales, ainsi que toutes les contraventions commises par les exploitants des carrières souterraines, qui auraient pour effet, soit de porter atteinte à la solidité desdites carrières, soit de compromettre la sûreté publique, la sûreté des ouvriers et celle des habitations de la surface, seront constatées, réprimées et poursuivies par voie administrative, conformément à ce qui est prescrit par les articles 50 et 82 de la loi sur les mines et sur les carrières, du 21 avril 1810; par l'art. 31 du règlement général sur es carrières, du 22 mars 1813, ainsi que par la loi du

29 floréal an X, et par les décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions seront rédigés par l'ingénieur des mines ou par l'inspecteur particulier des carrières, et concurremment par les autres fonctionnaires publics désignés en l'art. 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire du lieu de la carrière, et transmis au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera par provision ce que de droit.

Il sera statué définitivement en conseil de préfecture.

Art. 45. Toutes les autres contraventions au présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police. Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par l'ingénieur des mines ou par l'inspecteur particulier des carrières, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police judiciaire, selon ce qui est prescrit tant par l'art. 93 de la loi du 21 avril 1810, que par les art. 11 à 21 du code d'instruction criminelle.

Seront lesdits procès-verbaux dressés sur papier libre visé pour timbre, enregistrés en débet, et affirmés dans le délai de vingt-quatre heures.

L'affirmation sera reçue soit par le juge de paix du canton, soit par l'un de ses suppléants, soit enfin par le maire ou par l'adjoint du maire de la commune où la contravention aura été commise, le tout conformément à ce qui est prescrit par l'art. 11 de la loi du 28 floréal an X sur les justices de paix.

Les procès-verbaux seront transmis en originaux au procureur du roi près le tribunal de police correctionnelle de l'arrondissement, lequel poursuivra d'office les contrevenants, conformément à l'art. 95 de la loi du 21 avril 1810, et requerra contre eux l'application des peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourront être réclamés par les parties lésées.

Copies de ces procès-verbaux seront transmises au préfet.

Art. 46. La présente ordonnance sera insérée au Bulletin des Lois et au Recueil des actes administratifs du département. Elle sera publiée à la diligence du préfet et par les soins des maires, dans toutes les communes du dé-

partement de Loir-et-Cher, où il existe des exploitations de carrières. Il en sera en outre donné par les maires une connaissance spéciale aux entrepreneurs de carrières.

Il en sera adressé des expéditions aux sous-préfets et aux ingénieurs des mines pour qu'ils en assurent l'exécution, chacun en ce qui le concerne.

Art. 47. Notre ministre secrétaire d'état des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des Lois.

Mine de fer de Masseyaux.

Ordonnance du 4 juin 1839, *portant annulation d'un arrêté du conseil de préfecture du département du* Haut-Rhin, *relatif à l'imposition de la redevance proportionnelle sur la mine de fer de* Masseyaux *pour l'année* 1837.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative,

Vu les requêtes à nous présentées au nom :

1° Du sieur duc de Broglie et de la dame comtesse de l'Aigle, propriétaires de la concession de la mine de fer de Masseyaux, et du haut-fourneau sis au même lieu ;

2° Des sieurs Slehlin et Hueber, maîtres de forges à Oberbruck, agissant comme locataires de la mine et du haut-fourneau ci-dessus désignés ;

Lesdites requêtes enregistrées au secrétariat-général de notre conseil d'état, les 3 et 30 avril 1838, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler un arrêté du 13 décembre 1837, par lequel le conseil de préfecture du département du Haut-Rhin a rejeté leur réclamation à fin de réduction de la redevance proportionnelle imposée à la somme de 1,868 fr. 50 c. pour l'année 1837, sur la mine de fer de Masseyaux ; ce faisant, déclarer que ladite redevance proportionnelle ne doit porter que sur le minerai extrait de la mine à eux concédée, déduction faite des frais d'extraction, et non sur les fontes produites par le fourneau ; en conséquence, admettre la demande en réduction des exposants, et ordonner que la redevance proportionnelle imposée sur la concession de Masseyaux sera réduite à la somme de 167 fr. 50 cent. ;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu la lettre de notre ministre des finances, en date du 28 janvier 1839, concluant à ce que l'arrêté attaqué soit annulé, et que le produit net qui doit servir de base pour la fixation de la redevance proportionnelle de 1837 sur la mine de Massevaux soit calculé d'après les produits et dépenses applicables à la seule extraction du minerai;

Vu la lettre de notre ministre du commerce et des travaux publics, en date du 1er décembre 1838, et les avis du conseil général des mines, en date des 2 décembre 1833 et 14 octobre 1838;

Vu les avis de l'ingénieur des mines de l'arrondissement de Strasbourg, des répartiteurs et du directeur des contributions du département du Haut-Rhin, et toutes les autres pièces jointes au dossier;

Vu la loi du 21 avril 1810, et le décret du 6 mai 1811, sur les mines;

Vu les lois des 1er brumaire an VII et 25 mars 1817, relativement à la contribution des patentes;

Vu le règlement du 22 juillet 1806;

Ouï Me Godart de Saponay, avocat du duc de Broglie et autres;

Ouï M. Marchand, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que la loi du 21 avril 1810 et le décret du 6 mai 1811 n'imposent à la redevance proportionnelle que l'exploitation des mines, et prescrivent que cette redevance soit établie d'après le produit net de l'extraction;

Que dès lors c'est à tort que cette redevance a été calculée pour la mine de Massevaux en raison des produits du haut-fourneau sis au même lieu, tandis qu'elle aurait dû l'être d'après le produit net des quantités extraites de minerai;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1er. L'arrêté du conseil de préfecture du département du Haut-Rhin, en date du 13 décembre 1837, est annulé.

Art. 2. La redevance proportionnelle à imposer sur la mine de Massevaux, pour 1837, sera rétablie d'après le produit net de l'extraction du minerai.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'état au département de la justice, président du conseil

d'état, et notre ministre secrétaire d'état des finances, seront chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Usine à fer, à Bazeilles.

Ordonnance du 9 *juin* 1839, *portant que* M. Thomas FRIQUET *est autorisé à établir et tenir en activité, dans le lieu dit* LE MAQUA, *commune de* BAZEILLES, *arrondissement de* SEDAN (Ardennes), *une usine à fer, située sur la rivière de* GIVONNE, *et composée de deux feux d'affinerie à la houille, et des machines de compression nécessaires à la marche constante de ladite usine.*

Lavoirs à mines, à la Chapelle-Saint-Quillain.

Ordonnance du 21 *juin* 1839, *qui rejette un pourvoi formé contre une décision ministérielle du* 23 *janvier* 1837, *relative à des lavoirs à mine que* M. PETIT-JEAN *possède dans la commune de* LA CHAPELLE-SAINT-QUILLAIN (Haute-Saône).

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative,

Vu la requête à nous présentée au nom des sieur et dame Travault, usufruitiers de prés situés dans la commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône), enregistrée au secrétariat-général de notre conseil d'état, le 11 mai 1837, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler une décision de notre ministre des travaux publics du 23 janvier 1837, approbative d'un arrêté du préfet de la Haute-Saône du 9 mars 1836, qui maintient le sieur Joseph Petit-Jean dans le droit d'exploiter des lavoirs à mines dont il avait hérité de son frère le sieur Petit-Jean Duplessis, et ordonner que toutes défenses d'exploiter seront faites audit sieur Joseph Petit-Jean ;

Vu l'arrêté et la décision attaqués ;

Vu l'ordonnance de soit communiqué au sieur Joseph Petit-Jean et la notification à lui faite sans qu'il ait produit de moyens de défense ;

Vu la lettre de notre ministre des travaux publics, en

date du 14 juillet 1838, enregistrée le 19 juillet 1838, qui conclut au rejet de la requête;

Vu l'arrêté du 3 nivôse an VI et la loi du 21 avril 1810;

Ouï Mᵉ Lanvin, avocat des sieur et dame Travault;

Ouï M. Marchand, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Considérant que les lavoirs à mines dont il s'agit ont été établis par le sieur Petit-Jean Duplessis, en vertu d'une ordonnance du 4 avril 1833;

Considérant que, conformément à l'article 76 de la loi du 21 avril 1810, il n'était pas nécessaire au sieur Joseph Petit-Jean, légataire du sieur Petit-Jean Duplessis, et propriétaire actuel desdits lavoirs à mines, de se pourvoir d'une autorisation nouvelle pour en continuer l'exploitation;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

Art. 1ᵉʳ. La requête des sieur et dame Travault est rejetée.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'état au département de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 29 *juin* 1839, *portant qu'il est fait concession à* M. le Maréchal comte Clauzel, *de la mine de manganèse située au territoire de* Pouzanque, *dans la commune de* Villardebelle *et de* Missègre, *arrondissement de* Limoux (Aude).

Mine de manganèse de la Pouzanque.

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Pouzanque*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir:

Au nord et au nord-est, par une droite allant du serrat de Caquemil au serrat de Caramillo;

Au sud, par deux droites allant du serrat de Caramillo au Castelas, et du Castelas au clocher de Missègre;

A l'ouest, par une droite menée du clocher de Missègre au serrat de Caquemil, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, 25 hectares.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé 1° à une rente de 10 centimes par hectare, que le concessionnaire paiera annuellement aux propriétaires de tous les terrains compris dans la présente concession; 2° à une redevance en nature du 40e de minerai marchand extrait au jour: cette redevance sera payée par le concessionnaire au fur et à mesure de l'extraction, aux propriétaires des terrains sous lesquels l'exploitation aura lieu, tant que cette exploitation s'opérera sous leurs terrains. Cette rétribution sera applicable toutes les fois qu'il n'existera pas à ce sujet de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface. S'il existe de telles conventions, elles seront exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas en opposition avec les règles qui seront prescrites, en vertu de la présente ordonnance, pour la conduite des travaux souterrains, dans la vue d'une bonne exploitation. Dans le cas contraire, lesdites conventions ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité, et la rétribution restera déterminée ainsi qu'il est dit au commencement du présent article.

Mines de plomb de Lacoste.

***Ordonnance du 29 juin 1839, portant qu'il est fait concession à* M. Simon-Louis-Jules-Pascal Vallongue, *de mines de plomb, situées dans la commune de* Durfort (Gard).**

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Lacoste*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir:

Par une suite de lignes droites, passant par le mur de Montaut, celui de Bariel, le clocher de Bariel, le clocher de Durfort, le Mas de Coutelle et celui de Montaut, point

de départ, cette dernière ligne étant commune à la concession de la Grande-Vernissière;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 2 kilomètres carrés, 70 hectares.

Mines de plomb de la Grande-Vernissière.

Ordonnance du 29 *juin* 1839, *portant qu'il est fait concession à* M. Augustin-Charles-Désiré de Cadolle *de mines de plomb situées dans la commune de* Durfort (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Grande-Vernissière*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Par trois lignes droites passant par le mas Coutelle, le mas Bousquet, le mas Montaut et le mas Coutelle, point de départ; cette dernière ligne étant commune à la concession de *Lacoste*;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 93 hectares.

Mines d'antimoine, plomb, argent, etc., de Chazelle.

Ordonnance du 29 *juin* 1839, *portant qu'il est fait concession à* MM. Jean-Joseph-François-Amable Engelvin, Hippolyte Drelon *et* Pierre Rabany, *de mines d'antimoine, plomb et argent, et autres métaux existant dans les mêmes gîtes, communes de* Saint-Just, *de* Lubillac *et de* Mercœur, *arrondissement de* Brioude (Haute-Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Chazelle*, est limitée conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne brisée allant de Tropenas (angle nord-ouest de la maison du sieur Rochette) à Artige (angle nord-ouest de celle du sieur Planche), et

d'Artige à Courtenge (angle sud-ouest de la maison du sieur Brugerolle) ;

A l'est, par une deuxième ligne brisée, menée de Courtenge à Maison-Neuve (angle nord-ouest de la maison du sieur Ferlut), et de Maison-Neuve à Combe-Chemin (angle nord-ouest de la maison du sieur Vernière) ;

Au sud, par une troisième ligne brisée joignant Combe-Chemin à Roche-Sauve (angle sud-ouest de la maison du sieur Bonnafoux), et Roche-Sauve au point où le chemin de Lacoste à Champagnac rencontre la limite de la commune de Saint-Just ;

A l'ouest, par une dernière ligne brisée, allant de ce dernier point au point où la même limite communale est coupée par la route départementale de Brioude à Saint-Flour, et de ce point à Tropenas, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 9 kilomètres carrés, 70 hectares.

Ordonnances du roi et arrêtés ministériels relatifs au ministère des travaux publics.

Ordonnance du 12 *mai* 1839.

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

M. Dufaure, membre de la chambre des députés, est nommé ministre secrétaire d'état au département des travaux publics.

Signé LOUIS-PHILIPPE.

Par le Roi :

Le président du conseil, ministre secrétaire d'état au département des affaires étrangères,

Signé MARÉCHAL DUC DE DALMATIE.

Ordonnance du 23 *mai* 1839.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département des affaires étrangères, président du conseil,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. Le ministère des travaux publics comprendra :

L'administration générale des ponts-et-chaussées et des mines, et toutes ses dépendances;

La direction des bâtiments civils et monuments publics, à l'exception toutefois de la conservation des monuments historiques, qui restera dans les attributions du ministère de l'intérieur.

Art. 2. Les autres attributions de l'ancien ministère des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, composeront le ministère du commerce et de l'agriculture.

Art. 3. Notre ministre secrétaire d'état au département des affaires étrangères, président du conseil, et nos ministres secrétaires d'état aux départements de l'intérieur, du commerce et de l'agriculture, et des travaux publics, sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 18 *mai* 1839.

Louis-Philippe, etc.

A tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. M. Legrand, membre de la chambre des députés, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, est nommé sous-secrétaire d'état des travaux publics.

Il sera chargé spécialement en cette qualité :

De la présidence du conseil général des ponts-et-chaussées et du conseil général des mines en l'absence du ministre;

De la présidence des sections et comités de ces conseils;

De l'administration des écoles dépendant du ministère des travaux publics;

Des attributions qui étaient dévolues au directeur gé-

néral des ponts-et-chaussées et des mines, en ce qui concerne le personnel des ingénieurs des ponts-et-chaussées et des ingénieurs des mines.

Il exercera d'ailleurs les autres attributions qui lui seront déléguées par le ministre.

Art. 2. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Arrêté du ministre des travaux publics, du 27 mai 1839.

Le ministre secrétaire d'état des travaux publics,

Vu l'ordonnance royale du 18 mai, qui nomme M. Legrand sous-secrétaire d'état des travaux publics, et dont le dernier paragraphe porte :

« Il (le sous-secrétaire d'état) exercera d'ailleurs les » autres attributions qui lui seront déléguées par le mi- » nistre. »

Voulant pourvoir à l'exécution de cette partie de l'ordonnance sus-visée,

Arrête ce qui suit :

Provisoirement, et jusqu'à ce qu'il en soit autrement décidé,

Le sous-secrétaire d'état des travaux publics est chargé de l'instruction des affaires dépendant de l'administration des ponts-et-chaussées et des mines.

Il statue directement dans les limites de la délégation attribuée au directeur général des ponts-et-chaussées et des mines par l'arrêté ministériel du 25 juin 1832, lequel sera transcrit à la suite du présent arrêté (1).

---

(1) Le ministre secrétaire d'état au département du commerce et des travaux publics,

Vu le premier paragraphe de l'article 1er de l'ordonnance royale du 8 juin dernier ;

Considérant qu'il importe de pourvoir à la prompte expédition des affaires,

Arrête ce qui suit :

Art. 1er. Le conseiller d'état, chargé de l'administration des ponts-et-chaussées et des mines, approuvera, par délégation des

"Au delà des limites de cette délégation, il en réfère au ministre qui statue sur sa proposition.

---

pouvoirs que nous confère le premier paragraphe de l'article 1er de l'ordonnance sus-visée du 8 juin :

1° Les projets de travaux et dépenses et les procès-verbaux d'adjudication jusqu'à concurrence d'une somme de quarante mille francs;

2° Les soumissions pour travaux et dépenses jusqu'à concurrence d'une somme de dix mille francs ;

3° Les procès-verbaux d'adjudication, quel que soit le montant des dépenses, lorsque toutes les formes auront été régulièrement observées, et que le résultat de l'adjudication n'aura amené aucune augmentation sur les prix offerts au concours;

4° Les actes de vente, cessions et indemnités de terrains et bâtiments d'une valeur au-dessous de six mille francs;

5° Les sous-répartitions des crédits applicables à un seul corps d'ouvrage, tel qu'une route, un canal, un port de commerce, etc., et dont la répartition première aura été approuvée par nous;

6° Les virements de fonds proposés de concert entre les ingénieurs et les préfets, dans le but d'aligner les dépenses avec les crédits et de prévenir le retrait des sommes allouées pour chaque exercice.

Paris, le 25 juin 1832.

Le pair de France, ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics,

Signé Comte D'ARGOUT.

PERSONNEL.

Par ordonnance du roi, du 15 *janvier* 1839, — MM. Marrot et Manès, ingénieurs ordinaires de première classe au corps royal des mines, sont nommés ingénieurs en chef de deuxième classe.

Par arrêté du ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, du 26 *janvier* 1839, — MM. Dufrénoy, Elie de Beaumont et Burdin, ingénieurs en chef de deuxième classe, sont élevés à la première classe de leur grade.

Par arrêté du ministre, du 26 *janvier* 1839, — MM. Sagey, Gras, Gervoy, Reverchon, Garella et de Boureuille, ingénieurs ordinaires de deuxième classe, sont élevés à la première classe de leur grade.

Par arrêté du ministre, du 23 *février* 1839, — M. d'Aubuisson, ingénieur en chef des mines, directeur, demeure seul chargé du service des mines de Rancié, département de l'Ariége.

Par arrêté du ministre, du 9 *mars* 1839, — le département de la Drôme, faisant partie du service de M. Diday, ingénieur ordinaire des mines, est réuni provisoirement au service de M. Gras, ingénieur ordinaire déjà chargé des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes; — M. Diday qui conserve, par suite de cette disposition, les départements de Vaucluse et des Basses-Alpes, est chargé en outre des deux départements du Var et des Bouches-du-Rhône, en remplacement de M. de Villeneuve, ingénieur ordinaire, placé dans la réserve.

Par arrêté du ministre de l'intérieur, chargé par intérim du département des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, en date du 6 *avril* 1839, — M. Duhamel, ingénieur ordinaire du sous-arrondissement de Chaumont, est chargé du service

du sous-arrondissement de Valenciennes, en remplacement de M. Foy, ingénieur ordinaire, décédé; — M. Sentis, élève ingénieur, est chargé du service du sous-arrondissement de Chaumont, en remplacement de M. Duhamel.

Par arrêté du ministre de l'intérieur, chargé par intérim du département des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, en date du 12 mai 1839, le département de la Gironde est séparé de l'arrondissement de Périgueux pour être réuni à l'arrondissement de Toulouse; le département de Lot-et-Garonne qui, avec celui de la Gironde, composait le sous-arrondissement de Bordeaux, est réuni au sous-arrondissement de Périgueux; — M. Lorieux, ingénieur ordinaire des mines, de première classe, est appelé à faire les fonctions d'ingénieur en chef dans l'arrondissement de Toulouse, sous les ordres de M. l'ingénieur en chef directeur d'Aubuisson, en remplacement de M. Lefebvre, ingénieur en chef; il est chargé spécialement du service des départements de la Gironde, des Landes, du Gers, des Basses-Pyrénées et des Hautes-Pyrénées; sa résidence est fixée à Bordeaux; — M. Pigeon, aspirant-ingénieur des mines, est chargé du service du sous-arrondissement de Rive-de-Gier; — les départements du Nord et du Pas-de-Calais, qui font actuellement partie de l'arrondissement d'Amiens, formeront à l'avenir un arrondissement d'ingénieur en chef; M. Lefebvre, ingénieur en chef des mines, est chargé du service de ce nouvel arrondissement, à la résidence de Valenciennes.

Par arrêté du ministre de l'intérieur, chargé par intérim du département des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, en date du 12 mai 1839, — la décision du 6 avril précédent, qui confiait à M. Duhamel, ingénieur des mines, le service du sous-arrondissement de Valenciennes, et remplaçait M. Duhamel par M. Sentis, élève ingénieur, dans le service du sous-arrondissement de Chaumont, est rapportée; — M. Sentis est chargé du service du sous-arrondissement de Nantes, en remplacement de M. Lorieux, appelé à d'autres fonctions.

Par arrêté du ministre des travaux publics, du 18 mai 1839, — M. Callon, élève ingénieur des mines, est appelé à remplacer dans les fonctions de professeur

d'exploitation et de mécanique à l'école des mineurs de Saint-Etienne, M. Gervoy, ingénieur ordinaire, mis à la réserve; — M. Lechatellier, élève ingénieur, est chargé du service du sous-arrondissement d'Angers.

Par arrêté du ministre, du 3 *juin* 1839, — les départements de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne, composant l'arrondissement d'Amiens, sont réunis provisoirement à l'arrondissement de Valenciennes dont le service est confié à M. l'ingénieur en chef des mines Lefèbvre; — M. Comte, élève ingénieur des mines, est chargé du service ordinaire du département du Nord, moins toutefois les arrondissements de sous-préfecture de Valenciennes et de Douai qui restent dans les attributions spéciales de M. Lefèbvre; M. Comte est en outre chargé spécialement de la surveillance des machines à vapeur du département tout entier; sa résidence est fixée à Lille.

Par arrêté du ministre, du 20 *juin* 1839, — M. Lefèbvre, ingénieur en chef des mines, sera chargé du service de l'arrondissement d'Amiens, devenu vacant par le décès de M. l'ingénieur en chef Cocquerel.

M. Lorieux, ingénieur ordinaire des mines, de première classe, est chargé des fonctions d'ingénieur en chef dans l'arrondissement de Valenciennes.

Il résidera à Valenciennes ou à Douai.

M. Blavier, ingénieur ordinaire des mines de première classe, est appelé dans l'arrondissement de Toulouse où il fera fonctions d'ingénieur en chef, sous les ordres de M. l'ingénieur en chef-directeur d'Aubuisson.

Il sera chargé du service ordinaire des départements de la Gironde, des Landes, des Hautes et Basses-Pyrénées et du Gers.

Sa résidence est fixée à Bordeaux.

ÉTAT GÉNÉRAL

DU

PERSONNEL DES MINES,

Au 1er juillet 1839.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

M. DUFAURE, ministre secrétaire d'état, rue des Saints-Pères, nº 24.

M. LEGRAND (C ⁂), sous-secrétaire d'état, membre de la chambre des députés, rue des Saints-Pères, nº 24.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le conseil est présidé par le ministre, et en son absence, par le sous-secrétaire d'état. MM. les inspecteurs généraux présents au conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.

Cordier (C ⁂), conseiller d'état, chargé de présider le conseil en l'absence du ministre et du sous-secrétaire d'état, rue de Seine-Saint-Victor, nº 25, au Jardin du Roi.

Brochant de Villiers (O ⁂), rue Saint-Dominique-Saint-Germain, nº 71.

De Bonnard (O ⁂), quai Malaquais, nº 19.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.

Héricart de Thury (O ⁂), conseiller d'état, rue de l'Université, nº 29.

Migneron (O ⁂), rue de Grenelle-Saint-Germain, nº 117.

Berthier (O ⁂), rue de Crébillon, nº 2.

Inspecteurs généraux adjoints.

MM.

Lefroy (O ⁂), rue Notre-Dame-des-Champs, nº 21 bis.

Voltz (O ⁂), rue Vavin, nº 4.

M. Garnier (O ⁂), ing. en chef de 1re cl., secrétaire du conseil, rue des Saints-Pères, nº 75.

COMMISSION DES MACHINES A VAPEUR.

MM.
Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, président.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines.
Mallet (O ✻), inspecteur divisionnaire des ponts-et-chaussées.
Kermaingant (O ✻), inspecteur divisionnaire des p.-et-ch.
Trémery ✻, ingénieur en chef des mines, secrétaire.
Garnier (O ✻), ingénieur en chef des mines.
Coriolis ✻, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.
Lamé ✻, ingénieur en chef des mines.
Combes ✻, ingénieur en chef des mines.
Mary ✻, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.
Cordier (C ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Brochant de Villiers (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur honoraire de minéralogie et de géologie.
De Bonnard (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Héricart de Thury (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.
Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Berthier (O ✻), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur de chimie.
Lefroy (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.
Voltz (O ✻), inspecteur général adjoint des mines.
Guenyveau ✻, ingénieur en chef des mines, professeur de métallurgie.
Garnier (O ✻), ing. en chef, secrétaire du conseil gén. des mines.
Dufrénoy ✻, ingénieur en chef des mines, professeur de minéralogie, inspecteur des études de l'École des mines.
Élie de Beaumont ✻, ingénieur en chef des mines, professeur de géologie.
Combes ✻, ingénieur en chef des mines, professeur d'exploitation des mines.
De Cheppe ✻, chef de la division des mines.
Le Play ✻, ingénieur des mines, secrétaire de la commission.
De Boureuille ✻, ingénieur des mines, secrétaire-adjoint de la commission.

M. Le Play est spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers.

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MM.
Migneron (O ✻), inspecteur général des mines.
Garnier (O ✻), ingénieur en chef, secrétaire du conseil général des mines.
De Cheppe ✻, chef de la division des mines.
Chevalier (Michel) ✻, ingénieur des mines.
Le Play ✻, ingénieur des mines, secrétaire de la commission.

SERVICE ORDINAIRE.

CHEFS-LIEUX des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
DIVISION DU NORD-OUEST. — (M. LEFROY, *inspecteur général adjoint.*)				
	MM.			MM.
Caen.	Hérault.	Calvados. Manche. Orne.	Caen.	Service fait par l'ing. en chef.
		Mayenne. Sarthe.	Le Mans.	
Nantes.	Chéron.	Côtes-du-Nord. Finistère. Morbihan. Ille-et-Vilaine. Loire-Inférieure.	Nantes.	Scotis.
DIVISION DU NORD. — (M. HÉRICART DE THURY, *inspecteur général.*)				
Caen.	Hérault, d. n.	Seine-Inférieure. Eure. Eure-et-Loir.	Rouen.	De Saint-Léger.
Paris.	Trémery.	Seine (1).		Service fait par M. Poirier St. Brice sous les ordres de M. Trémery.
Paris.	Poirier Saint-Brice.	Seine-et-Oise.	»	
Paris.	Allou.	Seine-et-Marne.	»	Service fait par l'ing. en chef.
Valenciennes.	Lorieux.	Nord, moins les arr. de Valenciennes et de Douai.	Lille.	Comte.
		Nord. — Territoires houillers des arr. de Douai et de Valenciennes.	Valenciennes.	Service fait par l'ing. en chef.
		Pas-de-Calais.	Arras.	Dusonich.
Amiens.	Lefebvre.	Somme.	Amiens.	Service fait par l'ing. en chef.
		Aisne. Oise.	Beauvais.	»

(1) Le service des carrières est confié à MM. Trémery, Allou et Saint-Brice.

DIVISION DU NORD-EST. — (M. VOLTZ, *inspecteur général adjoint.*)				
Troyes.	Gabé.	Ardennes. Meuse.	Mézières.	Sauvage.
		Marne. Aube. Yonne.	Troyes.	Service fait par l'ing. en chef.
Dieuze.	Levallois.	Meurthe. Moselle.	Metz.	Reverchon.
Strasbourg.	»	Bas-Rhin. Vosges.	Strasbourg.	De Billy.
		Haut-Rhin.	Strasbourg.	Daubrée.
DIVISION DE L'OUEST. — (M. BERTHIER, *inspecteur général.*)				
Guéret.	Furgaud.	Vienne. Creuse. Haute-Vienne. Charente. Charente-Inférieure.	Guéret.	Service fait par l'ing. en chef.
		Indre-et-Loire. Loir-et-Cher. Indre.	Tours.	Segey.
Nantes.	Chéron, d. n.	Vendée. Deux-Sèvres. Maine-et-Loire.	Angers.	Le Châtellier.

CHEFS-LIEUX des arrondissements et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
DIVISION DU CENTRE. — (M. MIGNERON, *inspecteur général.*)				
	MM.			MM.
St.-Étienne.	Delsériès.	Loire (moins Rive-de-Gier).	Saint-Étienne.	Mœvus.
		Loire. — Territoire houiller de Rive-de-Gier, y compris la concession de Saint-Chamond. Rhône.	Rive-de-Gier.	Pigeon.
Clermont.	Burdin.	Cantal. Puy-de-Dôme. Haute-Loire.	Clermont.	Baudin.
		Cher. Nièvre. Allier.	Moulins.	Boulanger.
Paris.	Allou, d. n.	Loiret.	Paris.	Service fait par l'ing. en chef.
DIVISION DE L'EST. — (M. BROCHANT DE VILLIERS, *inspecteur général.*)				
Vesoul.	Thirria.	Haute-Saône.	Vesoul.	Ebelmen.
		Haute-Marne.	Chaumont.	Duhamel.
		Côte-d'Or.	Dijon.	Payen.
Mâcon.	Manès.	Saône-et-Loire. Ain.		Service fait par l'ing. en chef.
Besançon.	Parrot, f. f. d'ing. en ch.	Doubs. Jura.	Besançon.	Service fait par M. Parrot.
DIVISION DU SUD-OUEST. — (M. CORDIER, *inspecteur général.*)				
Périgueux.	Mrot.	Lot-et-Garonne. Dordogne.	Périgueux.	Service fait par M. Marrot.
		Corrèze. Lot. Aveyron.	Villefranche.	Sepez
Toulouse.	D'Aubuisson, direct.	Tarn-et-Garonne. Tarn. Haute-Garonne.	Toulouse.	de Boucheporn.
		Ariége.	Vicdessos.	François.
Bordeaux.	Blavier, f. f. d'ing. en ch.	Gironde. Landes. Basses-Pyrénées. Gers. Hautes-Pyrénées.	Bordeaux.	Service fait M. Blavier.
DIVISION DU SUD-EST. — (M. DE BONNARD, *inspecteur général.*)				
Grenoble.	Gueymard.	Isère. Hautes-Alpes. Drôme.	Grenoble.	Gras.
		Vaucluse. Basses-Alpes. Bouches-du-Rhône. Var.	Marseille.	Diday.
Alais.	Thibaud.	Ardèche. Lozère. Gard.	Alais.	Varin (1).
		Hérault. Corse.	Montpellier.	Garella.
		Aude. Pyrénées-Orientales.	Carcassonne.	Vène.

(1) M. Varin, demeurant en même temps chargé du service du laboratoire, continue à r... dans cette ville.

SERVICE EXTRAORDINAIRE.

Résidences.	Noms.	Grades.
	Administration centrale ; section des chemins de fer, et personnel des mines.	
	MM.	
Paris.	De Boureuille ✠,	ing. ord., 1 cl., d. p.
	Carrières de Paris.	
Paris.	Trémery ✠,	ing. en ch., 1 cl. (insp. gén.).
Paris.	Allou ✠,	ing. en chef, 1 cl. (insp. part.).
Paris.	Poirier St.-Brice,	ing. en chef, 2 cl. (insp. part.).
	Manufacture royale des porcelaines de Sèvres.	
Sèvres.	Brongniart (O✠),	ing. en ch., 1 cl (administrateur).
	Ecole Polytechnique.	
Paris.	Lamé ✠,	ing. en chef, 2 cl. (professeur).
Paris.	Regnault,	ing. ord., 2 cl. (répétiteur).
	Salines et mines de sel de l'Est.	
Dieuze.	Levallois ✠,	ing. en chef, 2 cl. (directeur).
	Aveyron.	
	Topographie du bassin houiller d'Aubin.	
Villefranche.	Senez,	ing. ord., 2 cl
	Établissement de Decazeville.	
Decazeville.	Declerck,	ing. ord., 2 cl.
	Saône-et-Loire.	
	Étude des terrains composant le bassin houiller d'Autun.	
Mâcon.	Manès,	ing. en chef, 2 cl.
	Creuse.	
	Étude des terrains houillers des environs d'Ahun (bassin de la Creuse), et des environs de Bourganeuf (bassin du Thorion).	
Guéret.	Furgaud ✠,	ing. en chef, 1 cl.
	Mines de Poullaouen et de Huelgoat (Finistère).	
Poullaouen.	Juncker ✠,	ing. en chef, 2 cl. (directeur)

Ingénieurs chargés des cartes géologiques.

Carte géologique générale de la France.

M. Brochant de Villiers, inspecteur général, d. n., directeur.

M. Dufrénoy, ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie occidentale.

M. Élie de Beaumont, ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie orientale.

Cartes géologiques départementales.

Départements.	Ingénieurs.	Départements.	Ingénieurs.
	MM.		MM.
Allier.	Boulanger.	Lot.	Senez.
Ardèche.	Varin.	Maine-et-Loire.	Lechâtelier.
Ardennes.	Sauvage.	Marne (Haute-).	Duhamel.
Ariége.	François.	Meurthe.	Levallois.
Aude.	Vène.	Morbihan.	Lefèbure de Fourcy
Aveyron.	Senez.	Moselle.	Reverchon.
Cantal.	Baudin.	Orne.	Blavier.
Charente.	Marrot.	Pas-de-Calais.	Dusouich.
Corrèze.	De Boucheporn.	Puy-de-Dôme.	Martha.
Côte-d'Or.	Payen.	Pyrénées (Hautes-).	Vène.
Côtes-du-Nord.	Lefèbure de Fourcy.	Rhin (Bas-).	Voltz.
Dordogne.	Marrot.	Seine-et-Marne.	De Sénarmont.
Doubs.	Parrot.	Seine-et-Oise.	De Sénarmont.
Garonne (Haute-).	François.	Seine-Inférieure.	De Saint-Léger.
Gironde.	Pigeon.	Sèvres (Deux-).	Lechâtelier.
Ille-et-Vilaine.	Lefebure de Fourcy.	Tarn.	De Boucheporn.
Indre.	Sagey.	Var.	De Villeneuve.
Loire.	Gruner.	Vosges.	De Billy.
Loire-Inférieure.	Lorieux.	Yonne.	Payen.
Loiret.	Allou.		

Ingénieurs en service hors de France.

M. Dissande-Monlevade, aspirant. (Brésil.)

INGÉNIEURS EN RÉSERVE OU EN CONGÉ.

MM.	
Puvis.	ing. en ch., 2 cl.
Moisson Desroches.	ing. en ch., 2 cl.
Leboullenger.	ing. ord., 1 cl.
Drouot.	ing. ord., 1 cl.
Fournel.	ing. ord., 1 cl.
Coste.	ing. ord., 1 cl.
Gervoy.	ing. ord., 1 cl.
De Villeneuve.	ing. ord., 1 cl.
Delaplanche.	ing. ord., 2 cl.
Boudousquié.	ing. ord., 2 cl.
Lambert (C.-J.).	ing. ord., 2 cl.
Reynaud.	ing. ord., 2 cl.
Transon.	ing. ord., 2 cl.
De Lamotte.	ing. ord., 2 cl.
Harlé.	ing. ord., 2 cl.
De Hennezel.	ing. ord., 2 cl.
Chatelus.	ing. ord., 2 cl.
Lambert (C. J.-E.).	élève.

École des mines,
Rue d'Enfer, n° 34, hôtel Vendôme.

MM. *Professeurs.*

Brochant de Villiers (O ⁂), insp. gén., déjà nommé, prof. hon. (Minéralogie et Géologie).
Dufrénoy ⁂, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Mineralogie).
Élie de Beaumont ⁂, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Géologie).
Berthier (O ⁂), inspecteur général, d. n. (Docimasie), chef du laboratoire.
Combes ⁂, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Exploitation).
Guenyveau , ing. en chef, 1 cl. d. n. (Minéralurgie).
Girard ⁂, profess. de dessin et de géométrie descript. appliquée.
Dufrénoy ⁂, d. n., insp. des études et secrétaire du conseil de l'école.
Regnault, ing. ord., 2 cl., d. n. professeur adjoint de Docimasie.

Collections.

Dufrénoy ⁂, d. n., conservateur.
Le Cocq, ingénieur ordinaire 2 cl., adjoint à l'ingénieur en chef, insp. des études, pour la garde et la conservation des collections.
Adelmann, gardien des collections.
Favrot, aide du laboratoire.
Blanc, médecin.
Lacroix, médecin-chirurgien.
De Galard, expéditionnaire.
Michelleau, *idem.*

Elèves des mines.

MM. 1re classe.	MM. 2e classe.
De Marignac.	Piot.
Durocher.	Cachon.
Guillebot.	Dupont.
Cacarrié.	Meissonnier.
Boyé.	Lefrançois.
Delaunay.	Furiet.
Piérard.	Meugy.
Vatinelle.	

École des mineurs de Saint-Étienne (*Loire*).

MM.
Roussel-Galle ⁂, ing. en chef, 1 cl. (directeur).

Professeurs.

Fénéon, ing. ord., 1 cl. (Minéralogie et Géologie).
Callon, élève. (Prép. mécan., et machines, exploitation et constructions.)
Gruner, ing. ord., 2 cl. (Chimie et Métallurgie).
Glépin, répétiteur de chimie, préparateur (Arithmétique et comptabilité).
Ferrand, répétiteur surveillant des études (Géométrie, levée de plans et dessin).

TABLEAU, PAR ANCIENNETÉ DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE, DES INGÉNIEURS EN ACTIVITÉ.

Inspecteurs généraux de 1re classe.

27 avril 1832.

MM.
Cordier.

16 mai 1834.

Brochant de Villiers.

14 septembre 1835.

De Bonnard.

Inspecteurs généraux de 2e classe.

16 mai 1834.

Héricart-Ferrand de Thury. | Migneron.

22 décembre 1836.

Berthier

Inspecteurs généraux adjoints.

22 décembre 1836.

Lefroy. | Voltz.

Ingénieurs en chef de 1re classe.

2 août 1828.

D'Aubuisson de Voisins. | Brongniart.

1er mai 1832.

Trémery. | Hérault.

1er novembre 1833.

Guenyveau. | Garnier.
Furgaud.

26 décembre 1836.

Gueymard. | Roussel-Galle.
Allou. | Delsériès.
Chéron.

26 janvier 1839.

Dufrénoy. | Burdin.
Elie de Beaumont.

Ingénieurs en chef de 2e classe.

30 janvier 1828.

Puvis.

27 avril 1832.

Moisson-Desroches.

1er novembre 1833.

Levallois.

23 novembre 1835.

Juncker.

22 décembre 1836.

Gabé. | Lamé.
Poirier Saint-Brice. | Thirria.
Lefebvre. | Combes.
Thibaud.

21 septembre 1837.

Clapeyron.

15 janvier 1839.

Manès. | Marrot.

Ingénieurs ordinaires de 1re classe.

5 juin 1824.

Leboullenger.

27 avril 1832.

Parrot.

1er novembre 1833.

Lorieux. | Fénéon.
Blavier.

26 décembre 1836.

Fournel. | De Villeneuve.
Guillot-Duhamel. | Varin.
De Saint-Léger. | Vène.
De Billy. | Bineau.
Payen. | Le Play.

24 avril 1837.

Chevalier.

12 mars 1838.

Drouot.

12 mai 1838.

Coste.

28 janvier 1839.

Sagey. | Reverchon.
Gras. | Garella.
Gervoy. | De Boureuille.

Ingénieurs ordinaires de 2e classe.

2 juillet 1828.

Delaplanche.

6 mai 1829.

Boudousquié. | Lambert (Charles-Joseph).

4 juillet 1830.

Reynaud. | Transon.

1er novembre 1833.

De Hennezel. | Baudin.
Vergnette de Lamotte.

14 septembre 1835.

De Sénarmont. | Harlé.
Gruner. | Senez.

29 juin 1836.

Boulanger. | Le Cocq.
Martha. | François.

9 janvier 1837

Lefébure de Fourcy. | Diday.
Dusouich.

5 septembre 1837.

Mœvus.

9 octobre 1837.

Regnault.

5 mars 1838.

Châtelus.

30 janvier 1839.

Ebelmen. | Sauvage.
Declerck.

Aspirants-Ingénieurs.

1er avril 1817.

Di[illegible]nde-Monlevade.

21 juillet 1838.

Bertrand de Boucheporn. | Pigeon.
Daubrée.

Liste générale et alphabétique des ingénieurs des mines.

A

MM

Allou ✻, ing. en chef, carrières de Paris et arr. de Paris.

Aubuisson (d') (O ✻), ing. en ch dir. arr. de Toulouse.

B

Baudin, O., arr. de Clermont.

Beaumont (Élie de) ✻, ing. en chef. École des mines.

Berthier (O ✻), insp. gén. (inspection de l'ouest) et École des mines.

Bertrand de Boucheporn, asp., arr. de Toulouse.

Billy (de) ✻ O., arr. de Strasbourg.

Bineau, O., ✻ congé.

Blavier (Ed.). O., arr. de Toulouse.

Bonnard (de) (O ✻), inspect. gén. (inspection du sud-est).

Boudousquié ✻, O. congé.

Boulanger, O., arr. de Clermont.

Boureuille (de), ✻, O., administration centrale et commission des Annales des mines.

Boyé, élève.

Brochant de Villiers (O ✻), insp. gén. (inspection de l'est) et École des mines.

Brongniart (O ✻), ing. en ch. Manuf. de Sèvres. S. ex.

Burdin ✻, ing. en chef, arr. de Clermont.

C

Cacarrié, élève.

Cachon, élève.

Chatelus, O., réserve.

Callon, élève, Ecole des mineurs de St-Étienne.

Chéron ✻, ing. en ch., arr. de Nantes.

Chevalier (Michel) ✻, O., commission de statistique de l'industrie minérale.

Clapeyron, ✻, ing. en chef, congé.

Combes ✻, ing. en chef, École des mines.

Comte, élève, arr. de Valenciennes.

Cordier (C ✻), insp. gén. (inspection du sud-ouest).

Coste ✻, O. congé.

Couche, élève.

D

MM

Daubrée, asp., arr. de Strasbourg.

Declerck, O., Aveyron, service particulier.

Delamotte, O., congé.

Delaplanche, O., en pays étranger.

Delaunay, élève.

Delsériès ✻, ing. en chef, arr. de St.-Etienne.

Diday, O., arr. de Grenoble.

Dissande-Monlevade, asp. (Brésil).

Drouot, O., réserve.

Dufrénoy, ✻, ing. en chef, Ecole des mines.

Duhamel, O., arr. de Vesoul.

Dupont, élève.

Durocher, élève.

Dusouich, O., arr. de Valenciennes.

E

Ebelmen, asp., arr. de Vesoul.

Elie de Beaumont (Voir Beaumont).

F

Fénéon, ✻ O., École des mineurs de Saint-Etienne.

Fourcy (Lefébure de), O., cartes géologiques.

Fournel ✻, O., congé.

François, O., arr. de Toulouse.

Furgaud ✻, ing. en ch., arr. de Guéret.

Furiet, élève.

G

Gabé, ing. en chef, arr. de Troyes.

Garella (Félix), O., arr. d'Alais.

Garnier (O ✻), ing. en ch. secrétaire du conseil gén. des mines.

Gervoy ✻, O., réserve.

Gras, O., arr. de Grenoble.

Gruner, O., École des mineurs de Saint-Étienne.

Guenyveau ✻, ing. en ch. École des mines.

Gueymard ✻, ing. en chef, arr. de Grenoble.

Guillebot, élève.

H

Harlé, O., congé.

Hennezel (de), O., réserve.

Hérault ✻. ing. en ch., arr. de Caen.

Héricart de Thury, (O ✻), insp. gén. (inspection du nord).

J

MM.

Juncker ⁂, ing. en ch., serv. part. Mines de Poullaouen (Finistère).

L

Lambert (Ch. Jos. Emile), élève.
Lambert (Ch.-Jos.), O. Réserve.
Lamé ⁂, ing. en chef, Ecole polytechnique.
Leboullenger, O. Réserve.
Lechatellier, élève, arr. de Nantes.
Le Cocq, O., Ecole des mines.
Lefebvre ⁂, ing. en ch., arr. d'Amiens.
Lefrançois, élève.
Lefroy (O ⁂), insp. gén. adj. (inspection du nord-ouest).
Leplay, ⁂, O., commission des Annales des mines, et commission de statistique de l'industrie minérale.
Levallois, ⁂ ing. en chef, arr. de Dieuze et S. ex.
Lorieux, ⁂O., arr. de Valenciennes.

M

Manès, ing. en ch., arr. de Mâcon.
Marignac (Gallissard de), élève.
Marrot, ⁂, ing. en ch., arr. de Périgueux.
Martha, O., carte géologique du Puy-de-Dôme.
Migneron (O ⁂), insp. gén. (inspection du centre).
Mœvus, O., arr. de Saint-Etienne.
Meissonnier, élève.
Meugy, élève.
Moisson-Desroches, ing. en ch. Rés.

P

Parrot, O., arr. de Mâcon.
Payen, ⁂, O., arr. de Vesoul.

MM.

Piérard, élève.
Pigeon, asp., arr. de St-Etienne.
Piot, élève.
Poirier Saint-Brice, ing. en chef. Carrières de Paris et arr. de Paris.
Puvis, ing. en ch., réserve.

R

Regnault, O., Ecole polytechnique et École des mines.
Reverchon, O., arr. de Dieuze.
Reynaud, O. Congé.
Roussel Galle , ing. en ch., École des mineurs de Saint-Etienne.

S

Sagey, O., arr. de Guéret.
Saint-Léger (de), O., arr. de Caen.
Sauvage, asp., arr. de Troyes.
Sénarmont (Hureau de), O., cartes géologiques (Seine-et-Marne et Seine-et-Oise).
Senez, O., arr. de Périgueux et S. ex. (Aveyron).
Sentis, élève, arr. de Nantes.

T

Thibaud ⁂, ing. en ch., arr. d'Alais.
Thirria ⁂, ing. en chef, arr. de Vesoul.
Transon, O. Réserve.
Trémery ⁂, ing. en ch., carrières de Paris et arr. de Paris.

V

Varin, O., arr. d'Alais.
Vatinelle, élève.
Vène, O., arr. d'Alais.
Villeneuve (de) ⁂, O., réserve.
Voltz (O ⁂), insp. gén. adj. (inspection du nord-est).

Ingénieurs en retraite.

Baillet ⁂, insp. gén. hon.
Champeaux (de) ⁂, ing. en ch.
Cressac (baron de) ⁂, ing. en ch.
Duhamel ⁂, insp. gén.
Mathieu, ing. en ch.
Rozière (de) ⁂, insp. div. hon.
Villefosse (baron Héron de) (O ⁂), insp. gén.

Veuves d'ingénieurs.

Noms des veuves.	Noms et grades de leurs maris.		Résidences.	Départements.
Pléjot.	Clère.	ing. en ch.	Douai.	Nord.
Briand.	Cocquerel.	ing. en ch.	Amiens.	Somme.
Vintras.	Collet-Descotils.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
Larges.	De Gallois.	ing. en ch.	Saint-Etienne.	Loire.
Tereux.	Hassenfratz.	insp. div.	Paris.	Seine.
Muguet.	Laverrière.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
Ory.	Lelièvre.	insp. gén.	Paris.	Seine.
Grévin.	Muthuon.	ing. en ch.	Lyon.	Rhône.

COMMISSIONS DE SURVEILLANCE.

Instituées pour la navigation des bateaux à vapeur (*).

MM.	*Bouches-du-Rhône.*	
De Villeneuve. . .	Ing. des mines.	Marseille.
Diday.	*Idem.*	
De Montricher. . .	Ing. des ponts-et-chauss.	
Moissard	Ing. de la marine.	
Durbee	Capitaine de port.	
Bazin.	Armateur de bateaux à vapeur.	
Fasquiné.	Construct. de machines à vapeur.	
Catelin.	Officier en ret. de la mar. royale.	
Barré.	Propriétaire de moulins à vapeur.	
Gallice.	Commandant du génie.	
Benet fils.	Armateur.	
Pierrugues.	Capitaine d'artillerie.	
Réguis.	Chef d'escadron d'artillerie.	
Souchère fils. . . .	Professeur de chimie.	
Demange.	Constructeur de machines.	
Toussaint.	Ingénieur des ponts-et-chauss.	

Calvados (Voir *Seine-Inférieure*).

	Charente-Inférieure.	
Hubert	Direct. des constructions navales.	Rochefort.
Walter	Lieutenant de vaisseau.	
Clarck.	Ing. des construct. navales.	
Lemoyne	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Dor.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	La Rochelle.
Garnier.	Ing. ord. des ponts-et-chaussées.	
Marchegay.	*Idem.*	
Lepage aîné. . . .	Constructeur de navires.	

(*) Ces commissions sont établies en vertu de l'ordonnance royale du 2 avril 1823, relative aux bateaux à vapeur. Elles sont chargées, sous la direction des préfets, de s'assurer si ces bateaux sont construits avec solidité, particulièrement en ce qui concerne l'appareil moteur ; si cet appareil est soigneusement entretenu dans toutes ses parties ; et s'il ne présente pas de probabilités d'effraction ou des détériorations dangereuses, etc.

MM.	*Corse.*	
Fourier	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Ajaccio.
Beguin	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Berthelin	*Idem.*	
Vogin	Ing. des ponts-et-ch.	Bastia.
De Brie.	Capitaine au corps royal du génie.	
Sisco.	Architecte de la ville de Bastia.	
	Côtes-du-Nord.	
Bellegarde.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Gautier	Négociant.	
Josselin	Négociant.	
	Dordogne.	
. . . .	Ing. des ponts-et-chaussées.	Bergerac.
Rennes	Médecin.	
Sylvestre	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Faugère fils. . . .	Avocat.	
Carré	Pharmacien.	
Gonnouilhou . . .	Horloger.	
Clouet fils.	Maître serrurier.	
	Finistère.	
Trotté de la Roche.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Brest.
Liénard	Ing. des constructions navales.	
Petot	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Narjot.	Capitaine en premier du génie.	
Dubois	Capitaine en second du génie.	
	Gard.	
Vinard	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Nimes.
Varin	Ing. des mines.	
Plagniol.	Inspect. de l'Académie de Nîmes.	
Talabot.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Didion.	*Idem.*	
Vassas.	Anc. élève de l'École Polytecnique.	
Perrier.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Granier.	Capitaine de génie en chef.	
Gastons-Vincens. .	Anc. capitaine de génie.	
Denis Benoist. . .	Exploit. des fond. et forges d'Alais.	
Rousseau.	Ingénieur civil.	
Bouchet aîné. . .	Mécanicien.	
Tavernel.	Membre du cons. gén. du départ.	Beaucaire.
De Chastellier. . .	*Idem.*	
Thibaud.	Ing. en chef des mines.	
Chenot.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Hebert.	Anc. élève de l'Ecole Polytechniq.	
Laurent.	Architecte.	
Eug. de Labaume.	Lieut. col. au corps roy. d'ét.-maj.	
Sibour.	Maire, à Pont-St-Esprit.	
Clerc fils.	*Idem*, à Roquemaure.	

MM.		
	Gironde.	
De Silguy.	Ing. en chef dir. des ponts-et-ch	Bordeaux.
Blavier.	Ing. des mines.	
Magonty.	Pharmacien.	
Malaure.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Jaquemet.	*Idem.*	
Cousin père. . . .	Maître de forges.	
Bompar	Capitaine de port.	
Fol.	Direct. de la fonderie de Bacalan.	
Coureau fils . . .	Constructeur.	
Couturier.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Lemercier.	*Idem.*	
	Hérault.	
Garella	Ing. des mines.	Cette.
Mangeot	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Sarran.	Armateur, négociant.	
Attazin	Négociant, anc. offic. de la marine.	
Alliez.	Conducteur des ponts-et-ch.	
Bessil (Antoine). .	Ancien constructeur de navires.	
	Ille-et-Vilaine.	
Robinot.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Rennes
Amaury-Dréo. . .	Négociant.	
Bohard.	Horloger-mécanicien.	
Leroy-Hudelez . .	Serrurier-mécanicien.	
Bataille	Contre-maître de la manufacture de la Pelletière.	
	Indre-et-Loire.	
Maurice.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Tours.
Sagey.	Ing. des mines.	
Bellanger.	Conseiller de préfecture.	
Jacquemin.	Architecte.	
Walwein	Maire de Tours.	
Borgnet.	Prof. de math. au coll. de Tours.	
	Loire-Inférieure.	
Cabrol.	Ing. en ch. des ponts-et-ch.	Nantes.
Jégou.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Plantier.	*Idem.*	
Sentis.	El. ing. des mines.	
Bellanger	Capitaine de port.	
Bertrand-Fourmant.	Mécanicien.	
Leray.	Constructeur de navires.	
	Loiret.	
Navarre.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Orléans
De Briche.	Ancien secrét. gén. de la préfect.	
Jules Desfrancs . .	Fabricant.	
Abel Laisné-de-Villevéque.	Négociant.	
Sigot	Capitaine de génie.	
Lejeune.	Ing. en ch. du canal lat. de la Loire.	
Lacave	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Léon.	*Idem.*	

MM. *Lot-et-Garonne.*

Nom	Qualité	Ville
Job.	Ing. en chef des ponts-et-chauss. chargé du service du canal latéral à la Garonne et de la navig. de la Garonne.	Agen.
L'ing. en chef des ponts-et-chaussées du département.		
L'ing. ordin. des ponts-et-chauss. attaché au serv. de la Garonne, à Agen.		
Baumgarten. . . .	Ing. ord. des ponts-et-chauss. attaché au can. lat. et à la Garonne.	
Maniel.	Ing. ord. des ponts-et-chauss.	
De Sévin.	Voyer en chef du département.	
Bartayrès.	Professeur de mathématiques.	
De Cressonnière. .	Ancien élève de l'école polytech.	
Marraud.	*Idem.*	
Alquié	Secrétaire général de la préfect.	
Col.	Chef de bureau. *Idem.*	

Maine-et-Loire.

Nom	Qualité	Ville
Prus	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Angers.
Contencin.	Capitaine d'artillerie.	
Prou	Sous-directeur à l'école des arts et métiers.	
Morren	Prof. de phys. au coll. roy. d'Angers.	
Billard.	Négociant.	
Calabert.	Mécanicien.	
Ménard.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	

Morbihan.

Nom	Qualité	Ville
Potel.	Ing. en chef des travaux marit.	Lorient.
Reich.	Ing. des construct. navales, dir. de l'école d'applic. du génie marit.	
Rossin.	Ing. des constructions navales.	

Moselle.

Nom	Qualité	Ville
Lemasson.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Metz.
Reverchon.	Ing. des mines.	
De Pontbriant. . .	Ing. civ.	
Gosselin.	Chef de bataillon du génie.	
Culmann.	Lieut. colon. d'artillerie.	
Lejoindre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Plassiard.	*Idem.*	
Glavet père. . . .	Constructeur de machines.	
Vandernoot. . . .	Architecte.	

Oise.

Nom	Qualité	Ville
De Marcilly. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Compiègne.
Louische Desfontaine.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Accolet.	Constructeur de bateaux.	
Carbon.	Professeur de géométrie.	
Ouarnier.	Maître du port.	
Le Prieur, père. .	Ancien marinier.	
Lesourd de Lisle. .	Inspecteur de la navig. intérieure.	

MM.

Pas-de-Calais.

Nom	Qualité	Ville
Marguet.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Boulogne.
Michelin.	Sous-commissaire de marine.	Boulogne.
Poblet.	Lieutenant de port.	Boulogne.
Henry.	Architecte.	Boulogne.
Legris.	Professeur d'hydrographie.	Boulogne.
Néhou.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Calais.
Jacques	Commissaire de marine.	Calais.
Segur	Capitaine de port.	Calais.
Isaac l'aîné	Négociant.	Calais.
Larquer.	Directeur d'usine à vapeur.	Calais.

Pyrénées (Basses-).

Nom	Qualité	Ville
Vionnois.	Ingén. des ponts-et-chauss.	Bayonne.
Piolle de Champflorin.	Elève-ing. *idem.*	Bayonne.
Pierre Lannes. . .	Négociant.	Bayonne.
François Stein. . .	Mécanicien.	Bayonne.
Duhart - Fauvet. .	Négociant	Bayonne.
Descandes.	Constructeur de navires.	Bayonne.
Jauréguiberry. . .	Officier de port.	Bayonne.

Bas-Rhin.

Nom	Qualité	Ville
Couturat. . . .	Ing. en chef des travaux du Rhin.	Strasbourg.
De Billy.	Ing. des mines.	Strasbourg.
Schvilgué	Mécanicien.	Strasbourg.
Persoz.	Prof. à la faculté des sciences.	Strasbourg.
Busch.	Maître batelier.	Strasbourg.

Rhône.

Nom	Qualité	Ville
Mondot de Lagorce.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Lyon.
Montgolfier	Mécanicien.	Lyon.
Tabareau.	Professeur à la Faculté des sc.	Lyon.
Malmazet.	Adjoint au maire de Lyon.	Lyon.
Gauthier.	Membre du conseil mun. de Lyon.	Lyon.
Monmartin. . . .	Ancien officier du génie.	Lyon.
Garella.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Lyon.
Jordan.	*Idem.*	Lyon.
Meynard.	*Idem.*	Lyon.
Pigeon.	Ingénieur des mines.	Lyon.

Saône-et-Loire.

Nom	Qualité	Ville
De Noel.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Châlons.
Remise.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Châlons.
Moreau.	*Idem.*	Châlons.
Petiot Groffier. . .	Ancien maire de Châlons.	Châlons.
Boissenot fils . . .	Chimiste.	Châlons.

Seine.

Nom	Qualité	Ville
Trémery.	Ing. en chef des mines.	Paris.
Poirier de St.-Brice.	Ing. des mines.	Paris.
Rohault.	Archit. commiss. de la pet. voirie.	Paris.
Bruzard.	Architecte.	Paris.
Dumoulin.	Inspecteur général de la navigat.	Paris.
Delamotte.	Géomètre des carrières.	Paris.

Seine-et-Marne.

MM.		
Jousselin	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Melun.
Floucaud	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Semane	Géomètre en chef du cadastre.	
Dupont	Architecte du département.	
Prévost.	Pharm. de la mais. cent. de Melun.	
Mondot.	Insp. de la navigation.	Montereau.
Lefèvres.	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Tonnelier.	Médecin.	
Valette.	Direct. de la manufact. de faïence.	
Girault-Dabon. . .	Ancien serrurier-mécanicien.	
L'ing. de l'arrond. du Sud.		

Seine-Inférieure.

Mallet.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Rouen.
De Saint-Léger . .	Ing. des mines.	
D'Ornay.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Adamoli.	*Idem.*	
Legraud.	Capitaine de port.	
Malivoise	Inspecteur de la navigation.	
Gueroult	Ex-constructeur de navires.	
Brehier.	Chef de division à la préfecture.	
Gors.	Professeur de mathémat.	
Delafosse.	Négociant.	
Saintaulieu. . . .	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Renaud.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Le Hâvre (*).
Mortemard	Directeur du port.	
Berteloot	Capitaine de port.	
Guérin.	Anc. capitaine au long cours.	
Méry	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dieppe.
Darbel.	Lieuten. de port.	
Briffard.	Anc. officier de marine.	
Legal.	Anc. capitaine au long-cours.	
Fanouillère. . . .	Constructeur de navires.	

Somme.

Beaulieu.	Ing. des ponts-et-chauss.	Saint-Valery.
Richard.	Commissaire de marine.	
Robert.	Professeur d'hydrographie.	
Delahaye.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	
Vasseur.	Lieutenant de port.	

(*) La commission du Hâvre est instituée pour les bâtiments du Hâvre à Honfleur.

MM. *Var.*

Bernard.	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	Toulon.
Guillaume.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Lambert.	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Kerris.	Ing. de la marine.	
Albert.	Lieutenant de port.	
Gueit	Architecte.	

CIRCULAIRES

Adressées à MM. les Préfets et à MM. les Ingénieurs des mines.

Paris, le 17 avril 1839.

A MM. les ingénieurs en chef des mines.

Minières de fer. — Indemnités dues aux propriétaires du sol.

Monsieur, l'article 66 de la loi du 21 avril 1810 porte que, lorsque des maîtres de forges exploitent sur les terrains d'autrui, il est dû au propriétaire du fonds, et avant l'enlèvement du minerai, une indemnité qui est réglée par experts ; que dans l'expertise on doit avoir égard à la situation des lieux, aux dommages causés, et à la valeur du minerai, distraction faite des frais d'exploitation.

Les règlements de ces sortes d'indemnités ne sont point du ressort de l'administration ; mais elle peut être quelquefois appelée à émettre des avis sur le mode d'évaluation à adopter en cette matière, lorsqu'il y a des contestations entre les parties.

Pous asseoir une opinion à cet égard, il conviendrait de connaître quelles sont en général les bases d'après lesquelles se détermine, dans les diverses localités où l'on exploite du minerai de fer, le taux de l'indemnité ; quels sont les usages que le temps et l'habitude ont en quelque sorte consacrés. Alors on pourrait en déduire des conséquences qui serviraient à indiquer la fraction du prix courant de la fonte qui doit être attribuée au propriétaire d'une minière pour l'indemnité à laquelle il a droit en vertu de l'article 66 de la loi, quand elle est exploitée pour les besoins des usines.

Il ne s'agit pas ici d'établir par chaque haut-fourneau d'un même canton le rapport qui existe entre le taux de cette indemnité et le prix de la fonte, mais bien de déduire ce rapport d'un ensemble d'usines où le fondage des minerais de fer s'opère suivant un même système. En conséquence il suffit de dresser ce travail pour un certain

nombre de hauts-fourneaux et de minières situés dans les divers groupes qui sont indiqués dans les documents statistiques publiés par l'administration en 1836 et 1837.

Il serait utile aussi que les renseignements à recueillir sur cet objet continssent les détails nécessaires pour mettre également à même de déterminer le rapport qui se trouve entre l'indemnité à payer au propriétaire du sol et les prix de revient et de vente de la fonte.

Je vous prie, monsieur, de réunir, en ce qui concerne votre arrondissement, les divers renseignements dont je viens de parler.

Il conviendra d'en dresser un état qui établira :

1° Le taux de l'indemnité payée aux propriétaires du sol par les maîtres de forges dans les localités où ce taux est depuis longtemps en usage ;

2° Les éléments du prix de revient de la fonte ;

3° Le prix moyen auquel elle se vend.

Cet état devra être dressé par groupes de hauts-fourneaux et de minières situés dans un même canton, les uns et les autres étant pris dans leur ensemble pour *unité*.

Des colonnes additionnelles y devront en outre indiquer les rapports qui existent entre le taux de cette indemnité, les prix de revient et de vente de la fonte, et le montant du bénéfice net que le maître de forges retire de son industrie.

Enfin, je vous serai obligé d'y joindre toutes les observations que vous jugerez de nature à éclairer ce sujet, et de faire connaître particulièrement les époques où le montant de l'indemnité sur une minière aurait éprouvé des changemens notables, et les causes auxquelles ces changements peuvent être attribués.

Je désire que vous puissiez me transmettre prochainement votre travail.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines.

Signé LEGRAND.

Paris, le 15 mai 1839.

Observations relatives à l'instruction des demandes en concession de mines.

Monsieur le préfet, l'industrie minérale ne pouvait rester stationnaire au milieu du développement rapide de tant d'autres industries. Elle leur fournit une matière première indispensable à leur activité; elle a dû s'associer à leurs progrès. L'administration a l'importante mission de seconder ces progrès en tout ce qui dépend d'elle. Il faut qu'elle s'applique constamment à abréger les délais qu'entraîne l'instruction des affaires, et qu'elle se montre vigilante et active pour des intérêts qui ont besoin d'être protégés.

La loi du 21 avril 1810, et l'instruction ministérielle du 3 août suivant, ont indiqué les formalités à remplir à l'égard des demandes en concession de mines. Ces sortes d'affaires présentent souvent des questions graves à résoudre, en raison des intérêts qui s'y trouvent engagés, des oppositions qu'elles excitent et des concurrences qu'elles font naître. Au milieu de toutes ces complications, le choix définitif d'un concessionnaire ne peut résulter que d'un examen approfondi.

La loi veut que toutes les réclamations soient entendues, et que la décision ne soit prise qu'à la suite d'une appréciation exacte et complète de toutes les circonstances de chaque affaire. Mais précisément parce que, dans ce but, elle établit des formes de procéder, parce qu'elle appelle plusieurs fonctionnaires à prendre part à l'instruction, chacun d'eux doit s'efforcer d'exprimer son opinion dans le plus court délai possible; de telle sorte que le premier et inévitable délai des quatre mois d'affiches et de publications ne soit pas augmenté indéfiniment.

Les causes de retards peuvent souvent être attribuées aux demandeurs eux-mêmes qui ne font point en temps utile les justifications exigées. La première chose à faire, lorsqu'une pétition est présentée, est donc de vérifier si elle est entièrement conforme aux règles de la matière.

Il faut ensuite s'attacher exactement à suivre les formes tracées par les lois et les règlements.

Les demandes en concession ne doivent être affichées que lorsqu'on a réuni les indications exigées relativement aux gîtes qui en sont l'objet. Je me réfère particulièrement à cet égard à ma circulaire du 31 octobre 1837. Quand ces

indications sont acquises, l'instruction peut et doit suivre son cours.

Il est indispensable que les affiches soient apposées dans tous les lieux indiqués par la loi, c'est-à-dire au chef-lieu du département, au chef-lieu de l'arrondissement où la mine est située, au domicile des demandeurs et dans chacune des communes sur lesquelles la concession pourra s'étendre. Elles doivent être aussi insérées dans l'un des journaux du département.

Si le domicile des demandeurs est dans un autre département que celui où la mine est située, il faut avoir soin d'envoyer des affiches au préfet de ce département, afin qu'elles soient apposées dans la commune où ils résident.

Le projet d'affiche est la base de l'instruction. On ne saurait mettre trop de soin à sa rédaction (1).

A l'expiration du délai des affiches, il convient de réunir promptement les certificats qui doivent constater qu'elles ont été apposées pendant quatre mois, et faire en outre mention de l'accomplissement des publications prescrites par l'article 24 de la loi du 21 avril 1810. J'ai remarqué que ces mentions sont parfois oubliées, et que de longs retards viennent souvent soit du défaut de production de ces certificats de publications et affiches, soit de ce qu'ils sont incomplets.

Un extrait des rôles des impositions constatant la cote du demandeur, et un plan de la surface, en triple expédition, sur une échelle de 10 millimètres pour 100 mètres, doivent être annexés à la demande. On ne doit admettre que des plans dressés avec soin, qui portent la signature du demandeur ou de son représentant, qui indiquent, au moyen d'une légende, le nom de ce demandeur, celui du département, des communes, et l'étendue de la concession

---

(1) Je rappellerai ici qu'une copie de ce projet doit toujours m'être adressée par M. l'ingénieur en chef des mines, ainsi que deux exemplaires de l'affiche imprimée. Il est nécessaire aussi qu'il me donne toujours avis exactement des demandes en concurrence qui peuvent survenir pendant la durée des publications et affiches. Aux termes de l'article 26 de la loi du 21 avril 1810, ces demandes sont inscrites sur le registre spécial indiqué par l'article 22, et qui est ouvert à tous ceux qui désirent en avoir communication. Leurs auteurs doivent les notifier à la préfecture par actes extrajudiciaires, et les signifier au demandeur primitif, pour qu'il puisse produire ses observations.

sollicitée. Il faut également que l'on figure sur ces plans le périmètre demandé, la direction et l'inclinaison des couches minérales, les explorations déjà exécutées. Les limites doivent être déterminées le plus possible par des lignes droites menées d'un point à un autre, et dirigées de préférence sur des points immuables. MM. les ingénieurs signent ces plans après les avoir vérifiés, et ils y tracent les modifications qu'ils jugent convenables. Chacune des expéditions est revêtue du visa du préfet.

L'avis de ce magistrat doit viser dans le préambule toutes les pièces produites. Il est de règle qu'il soit rédigé sous la forme d'arrêté, et contienne les clauses à prescrire. Le dispositif doit être précédé de considérants qui l'expliquent et le justifient. Enfin il est nécessaire qu'un bordereau des pièces, et par ordre chronologique pour chaque demande, soit joint au dossier.

Aux termes de la loi, dans toute affaire de concession de mines, l'avis de MM. les préfets devrait intervenir un mois au plus tard après l'expiration des délais exigés pour la publicité des demandes. Si la force des choses ne permet pas toujours de se conformer exactement à cette prescription, on doit s'appliquer à ne dépasser ce terme que le moins possible.

De même, lorsque les décisions sont rendues, et que MM. les préfets en sont informés officiellement, il convient qu'ils en donnent immédiatement connaissance aux parties qu'elles intéressent. A cet égard, on m'a plus d'une fois adressé des réclamations sur les délais que ces notifications ont éprouvés.

J'appelle votre attention, monsieur le préfet, et celle de MM. les ingénieurs, sur les observations qui précèdent. Il ne suffit pas que l'administration prouve son zèle par un soin consciencieux dans l'examen des affaires, il faut encore qu'elle fasse tout ce qui est en son pouvoir pour hâter leur expédition; autrement les parties intéressées se découragent, et l'industrie reste en souffrance. Si nous devons tous repousser et flétrir les spéculations immorales, c'est un devoir aussi pour nous de donner appui et encouragement aux personnes qui consacrent sérieusement leurs efforts et leurs capitaux à la recherche et à l'exploitation des mines, et qui se montrent animées de vues honorables. Sans doute les plaintes qui se sont élevées sur les lenteurs administratives sont fort exagérées. On ne tient pas assez

de compte de la multiplicité des travaux de l'administration, des obstacles qu'elle rencontre, des retards qui doivent être imputés aux parties elles-mêmes, des oppositions qu'il faut examiner et discuter, de la maturité qui doit présider aux décisions définitives pour qu'elles soient conformes au bon droit, de tout ce qui complique et entrave forcément, dans la pratique, la marche des affaires. Cependant il est juste de reconnaître que les plaintes sont quelquefois fondées. Notre premier soin doit être d'éviter tout retard qui peut donner lieu à des réclamations légitimes.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente circulaire dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs des mines.

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,
Signé LEGRAND.

Paris, le 16 mai 1839.

Observations relatives à l'instruction des affaires d'usines métallurgiques.

Monsieur le préfet, les observations contenues dans ma circulaire du 15 de ce mois, relative aux demandes en concession de mines, s'appliquent entièrement aux affaires d'usines métallurgiques. Le nombre de ces affaires se multiplie chaque jour, et il importe de ne rien négliger pour éviter, dans l'instruction à laquelle elles donnent lieu, des retards préjudiciables à l'industrie. Souvent, pour former de pareils établissements, il faut réunir de grands capitaux : quand les décisions se font attendre longtemps, des intérêts nombreux sont compromis. Sans doute il ne dépend pas toujours de l'administration de seconder l'impatience des industriels; sans doute il est des causes en dehors de son pouvoir, qui retardent forcément la solution des affaires; quelquefois même c'est aux demandeurs que ces retards doivent être imputés. Toujours est-il qu'en ce qui est de son ressort, l'administration doit s'appliquer sans cesse à donner une impulsion rapide à toutes les parties du service. Je compte à cet égard, monsieur le

préfet, sur votre sollicitude et sur le zèle de MM. les ingénieurs.

L'expérience a fait reconnaître que, dans l'instruction des demandes qui font particulièrement l'objet de la présente circulaire, on a souvent omis des formalités essentielles ; les omissions qu'il a fallu réparer ont entraîné des lenteurs qu'il est bien désirable d'éviter à l'avenir.

Toute demande relative à l'établissement d'une usine doit indiquer :

Sa consistance ;

L'espèce et la quantité tant du minerai ou du métal à traiter annuellement, que du combustible à employer ;

Le cours d'eau, quand on fait usage d'un pareil moteur.

Elle doit aussi être accompagnée :

1° De la justification que le demandeur est propriétaire de la partie des rives sur laquelle des ouvrages d'art seraient à construire, ou qu'il a le consentement de ceux à qui le terrain appartient ;

2° De plans en triple expédition, signés par le demandeur ou son représentant, et qui indiquent, au moyen d'une légende, le nom de ce demandeur, celui de la commune et du département. Conformément à l'arrêté du 4 février 1811, ces plans doivent être tracés, savoir : les plans généraux d'usines et cours d'eau en dépendants, sur une échelle de 2 millimètres pour mètre, ou $\frac{1}{500}$ de mètre, et les plans de détails, sur une échelle cinq fois plus grande, ou de $\frac{1}{100}$ de mètre.

Les ingénieurs vérifient et signent ces plans que le préfet vise ensuite.

S'il était question d'une usine déjà existante, qui n'eût pas de permission et qu'il s'agirait d'augmenter ou de modifier, il faudrait que la demande d'autorisation comprît l'ensemble des ateliers existants et à construire. On ne saurait autoriser des additions à une usine qui n'a point encore de titre légal ; mais la permission à délivrer pour les anciens et les nouveaux artifices peut être l'objet d'une seule et même instruction.

Des affiches de quatre mois sont prescrites par la loi du 21 avril 1810. Elles doivent être apposées dans le chef-lieu du département, dans celui de l'arrondissement, dans la

commune où sera située l'usine, et dans le lieu du domicile du demandeur.

S'il survient des oppositions pendant le délai légal des affiches, elles sont communiquées au demandeur pour qu'il puisse y répondre.

Quand ces préliminaires ont eu lieu, il est nécessaire de consulter les ingénieurs des ponts-et-chaussées, s'il y a un règlement d'eau à fixer; les agents forestiers, si l'on emploie du combustible végétal; le directeur des douanes, si l'usine se trouve dans le rayon de douanes, et les ingénieurs des mines, en ce qui concerne l'établissement métallurgique proprement dit. Ces derniers doivent en outre donner leur avis sur la taxe, une fois payée, à laquelle les permissions sont assujetties.

Les grandes occupations de MM. les ingénieurs des ponts et chaussées ne leur permettent pas toujours de traiter les affaires d'usines aussi promptement que le désirent les parties intéressées. Mais vous voudrez bien leur faire remarquer que le développement de l'industrie minérale est une des grandes nécessités de notre époque, et qu'ils ne doivent négliger aucun effort pour contribuer à ce développement.

Aujourd'hui la vapeur est souvent employée comme force motrice, et vient prendre la place des cours d'eau, dont quelquefois la rareté ou l'intermittence fait obstacle au succès d'un établissement; en demandant à établir une usine, on demande en même temps la permission d'y adapter une ou plusieurs machines à vapeur. Dans ce cas, les formalités spéciales prescrites par les ordonnances pour les établissements des appareils à vapeur doivent être remplies, indépendamment de ce qui est exigé par les articles 73 et 74 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux usines régies par cette loi. La demande doit alors faire connaître, en outre des détails qui se rapportent spécialement à l'usine, ceux qui s'appliquent aux machines à vapeur que l'on se propose d'employer, c'est-à-dire la pression sous laquelle elles fonctionnent, la force des machines, etc. Une instruction particulière, en ce qui les concerne, doit suivre son cours pendant la durée des affiches relatives à l'usine. Les ingénieurs chargés de la surveillance des appareils à vapeur dans le département indiquent les conditions de sûreté à imposer, en conformité des ordonnances sur la matière. Les pièces de cette instruction et votre arrêté, ou

celui qui aura été pris par le sous-préfet (1), selon la nature de la machine, seront réunis au dossier de l'affaire dont ils feront partie. Ce dossier doit m'être ensuite transmis quand ces formalités et celles qui se rattachent à l'établissement de l'usine elle-même sont terminées.

Les formalités que je viens de détailler sont longues et nombreuses; mais la loi les exige, et nous ne pouvons nous y soustraire. Toutefois, si chacun des fonctionnaires appelés à y concourir se hâte de remplir la mission qui lui est confiée par les règlements, nous arriverons plus sûrement et plus promptement que par le passé à la conclusion d'un grand nombre d'affaires qui intéressent à un haut degré l'industrie et le commerce. C'est de vous surtout, monsieur le préfet, que dépend cet important résultat, si vous voulez bien, à certains intervalles, vous faire rendre compte de l'état des affaires en cours d'instruction, et me signaler les obtacles qui peuvent en retarder la marche. Je ne saurais trop vous inviter à prendre ce soin, et à faire tout ce qui dépendra de vous pour que vos avis interviennent le plus tôt possible après la réunion de ceux qui doivent vous être donnés.

Indépendamment des demandes qui concernent de nouvelles usines, il en existe un grand nombre qui ont pour objet le maintien d'usines anciennes qui n'ont point de titre légal. L'instruction de ces dernières affaires doit se poursuivre aussi avec célérité. Ces établissements, dont l'existence n'est point régulière, sont exposés à des éventualités fâcheuses. Le bon ordre et l'intérêt même des propriétaires veulent qu'aucune usine n'existe sans titre.

Je rappellerai ici que les avis de MM. les préfets doivent être rédigés dans la forme d'arrêtés contenant toutes les clauses à prescrire, qu'il y a lieu d'y viser les pièces produites et d'y énoncer les considérants qui expliquent

---

(1) Les machines et les chaudières à haute pression, c'est-à-dire dans lesquelles la force élastique de la vapeur fait équilibre à plus de deux atmosphères, ne peuvent être établies qu'en vertu d'une autorisation obtenue dans les formes prescrites par le décret du 15 octobre 1810 et l'ordonnance du 14 janvier 1815, pour les ateliers incommodes ou insalubres de seconde classe.

Les machines et chaudières à basse pression, c'est-à-dire dans lesquelles la force élastique de la vapeur n'excède pas celle de deux atmosphères, sont soumises aux formalités exigées pour les établissements insalubres ou incommodes de troisième classe.

le dispositif de ces actes, auxquels un bordereau desdites pièces par ordre chronologique est annexé.

J'adresse une ampliation de la présente circulaire à MM. les ingénieurs des mines et à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées. Je vous prie de m'en accuser réception.

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,
Signé LEGRAND.

Paris, le 27 mai 1839.

Attributions du sous-secrétaire d'état des travaux publics.

Monsieur le préfet, le roi a daigné me nommer, par ordonnance du 18 mai, sous-secrétaire d'état des travaux publics. Cette ordonnance définit les fonctions dont je dois être chargé, mais elle porte, en outre, dans son dernier paragraphe, que j'exercerai d'ailleurs les autres attributions qui me seront déléguées par le ministre.

Monsieur le ministre des travaux publics vient de prendre un arrêté à l'effet de pourvoir provisoirement à l'exécution de cette dernière partie de l'ordonnance.

J'ai l'honneur de vous communiquer l'ordonnance du 18 mai dernier (1);

L'arrêté pris par M. le ministre sous la date du 27 du courant (2);

L'arrêté ministériel antérieur, du 25 juin 1832, auquel se réfère l'arrêté du 27 mai (3).

Veuillez, je vous prie, m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse ampliation à MM. les ingénieurs des ponts-et-chaussées et des mines.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'état des travaux publics,
Signé LEGRAND.

---

(1) Voir page 749.
(2) Voir page 750.
(3) Voir *Idem.*

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XV.

GÉOLOGIE.

CHIMIE.

EXTRAITS DE JOURNAUX.

(*Travaux de* 1838.)

ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES.

(*Travaux de* 1838.)

MÉTALLURGIE.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

STATISTIQUE. — MATIÈRES DIVERSES.

ADMINISTRATION.

FIN DE LA TABLE.

PLANCHES JOINTES AU TOME XV.

FIN DU TOME XV.

OUVRAGES

Récemment publiés, relatifs à l'art des mines et des usines, et aux sciences qui s'y rapportent.

FRANCE.

JANVIER. — FÉVRIER 1839.

BERZÉLIUS. Annuaire des sciences chimiques, extrait du compte-rendu sur les progrès des sciences physiques, présenté par ce savant à l'académie royale de Stockolm, 1re partie, traduite par Ch. Gerhardt. In-18, 4 feuil. 1/3. Paris.

APERÇU SUR LES CHEMINS DE FER en général, et spécialement sur celui projeté de Nevers au bassin houiller de Brassac, par un membre de la commission d'enquête du département du Puy-de-Dôme. In-8, 2 feuilles 1/4. Clermont-Ferrand.

H. DE LA BECHE. Coupes et Vues pour servir à l'explication des phénomènes géologiques, avec un texte traduit de l'anglais par H. de Collegno. In-4 de 10 feuilles 1/4, plus 40 pl. Paris.

C. PECQUEUR. Économie sociale des intérêts du commerce, de l'industrie, de l'agriculture et de la civilisation en général, sous l'influence des applications de la vapeur. Machines fixes, chemins de fer, bateaux à vapeur, etc. 2 vol. in-8, 66 feuilles 1/2. Paris. . . . . 16 fr.

POISSON. Recherches sur le mouvement des projectiles dans l'air, en ayant égard à leurs figures et leur rotation, et à l'influence du mouvement diurne de la terre. In-4 de 30 feuilles. Paris. . . . . 2. fr. 50 c.

JULES SÉGUIN. Chemins de fer. — De leur exécution par l'industrie particulière. In-8 de 3 feuilles. Paris, chez Carilian-Gœury et Vr Dalmont.

Le chevalier DE PAMBOUR. Théorie de la machine à vapeur. In-8 de 28 feuilles 1/4. Paris. . . . . 7 fr. 50 c.

JOURNAL DES MINES et des forges. Tom. 1er, année 1re. In-8 de 6 feuilles. Paris, chez Carilian-Gœury et Vr Dalmont.
Prix annuel. . . . . 30 fr.

Feu SGANZIN. Programme ou Résumé des leçons d'un cours de constructions, avec des applications tirées spécialement de l'art de l'ingénieur des ponts et chaussées; 4e édit., enrichie d'un atlas in-folio. 2 vol. in-4. Paris, chez Carilian-Gœury et Vr Dalmont.

PELOUZE père. Traité de l'éclairage au gaz, tiré de la houille, des bitumes, des lignites, de la tourbe, des huiles, des résines, des graisses. In-8 de 34 feuilles 1/8, avec atlas de 24 pl. Paris. . . . . 12 fr.

A. RIVIÈRE. Eléments de géologie pure et appliquée, ou Résumé d'un cours de géologie descriptive, spéculative, industrielle et comparative. In-8 de 43 feuilles 3/4, plus un tableau et 12 pl. Paris. . . . . 12 fr.

A. PUVIS. Du desséchement des étangs. In-8 de 3 feuilles 1/2.

FRANCE.

MARS. — AVRIL 1839.

Ducrotay de Blainville. Ostéographie ou Description iconographique comparée du squelette et du système dentaire des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles, pour servir de base à la zoologie et à la géologie. Ouvrage accompagné de planches lithographiées par Werner, sous la direction de l'auteur. Paris.

G.-P. Deshayes. Traité élémentaire de conchyliologie, avec l'application de cette science à la géognosie. L'ouvrage formera deux volumes de texte in-8, et un atlas de 100 planches qui seront publiées en 12 livraisons. Paris.
Prix de la livraison, figures noires. . . . . . 5 fr.
Id. coloriées. 12

Exposé soumis au gouvernement par la compagnie du chemin de fer de Paris à la mer. Paris.

Baron de Prony. Mémoire sur un moyen de convertir les mouvements circulaires continus en mouvements rectilignes alternatifs, dont les allées et venues soient d'une grandeur arbitraire. Paris.

Archives des découvertes et inventions nouvelles faites dans les sciences, les arts et les manufactures, tant en France que dans les pays étrangers pendant l'année 1837, etc. In-8 de 31 feuilles. Paris. . . . . . . 7 fr.

Observations sur les demandes présentées au gouvernement par la compagnie du chemin de fer de Paris à Orléans. Paris.

Comte A. de la Marmora. Voyage en Sardaigne, ou Description statistique, physique et politique de cette île, avec ses productions naturelles et ses antiquités. Paris.

A. Rivière. Note sur la distillation des schistes bitumineux, accompagnée d'un projet de distillerie propre à

tirer le parti le plus avantageux des matières solides, liquides et gazeuses contenues dans ces roches. Paris.

F. Bartholony. Appendice à l'écrit : Du meilleur système à adopter pour l'exécution des travaux publics et notamment des grandes lignes de chemins de fer, ou examen critique des conditions imposées aux compagnies et des causes qui s'opposent au développement de l'esprit d'association en France. In-8, 15 feuilles. Paris. Carilian-Gœury. . . . . 4 fr.

Eugène Flachat et Jules Petiet. Projet de chemin de fer de Sedan à la frontière de Belgique, présenté par MM. Mouchy et compagnie. In-8 de 8 feuilles, avec 2 cartes. Paris. . . . . 3 fr. 50

Eugène Flachat et Jules Petiet. Projet de chemin de fer de Metz à Sarrebruck, présenté par une société de négociants, de banquiers et de chefs d'industrie de Metz et de Sarrebruck. Paris. In-8, 9 feuilles 1/2. 3 fr. 50

FRANCE.

MAI — JUIN 1839.

RIVIÈRE. Essai sur les roches, comprenant des généralités sur les roches, leur détermination et leur classification. In-8° de 4 feuilles 1/2. Paris.

ADDENET. De la destruction des forêts, dans ses rapports physiques. In-8° de 1 feuille.

DUCROTAY DE BLAINVILLE, Ostéographie, ou Description iconographique comparée du squelette et du système dentaire des cinq classes d'animaux vertébrés récents et fossiles, pour servir de base à la zoologie et à la géologie. Fasc. 1er. In-4°, plus 11 planches lith. sous la direction de M. J. C. Werner. Paris.

SUROT. Mémoire sur le projet d'un chemin de fer de Bordeaux à Bayonne.

E. TEISSERENC. Des travaux publics en Belgique, et des chemins de fer en France. Rapport adressé à M. le ministre des travaux publics. In-8° de 42 feuilles 1/2, plus une carte et un tableau. Paris. . . . . 8 fr.

***

ANGLETERRE.

1er SEMESTRE DE 1839.

LITHOGRAPHIED DRAWINGS OF THE LONDON AND BIRMINGHAM RAILWAY, by John Bourne. Second part, with topographical and descriptive account, etc., by John Britton. In-folio. London. . . . . 1 l. 1 s.

CHARLES MOXON. An introduction to mineralogy, etc., adapted for students and amateurs. In-8°. London. . . . . 4 s. 6 d.

GEORGE YOUNG. Scriptural geology, or an Essay on the high antiquity ascribed to the organic remains imbedded in stratified rocks, in two parts. — Part I. Proving that the strata, instead of requiring myriads of ages for their formation, may have been deposited nearly about one period. — Part II. Shewing that the deluge was the period when all the secondary and tertiary rocks were formed. In-8°. London. Edinburgh. Glasgow. . . . . 2 s. 6. d.

GILBERT. Geology and railways of England and Wales. 2 vol. in-18. . . . . 4 s. 6 d.

MURCHISON. Silurian system; Geological researches. 2 vol. in-4°. . . . . 8 l. 8 s.

SOWERBY (Jun.). A conchological manual, with technical terms, descriptions of genera, systems of Lamarck and de Blainville, and tables. London. In-8°. . . 1 l. 5 s.

SILLIMAN. Consistency of the discoveries of modern geology with the sacred History of the creation and the deluge. In-8°. . . . . 3 s.

DE LA BECHE. Report on the geology of Cornwall, Devon, etc. In-8°. . . . . 14 s.

MACLAREN. Geology of Fife. In-12. . . . . . . 7 s. 6 d.

F. J. Francis. A brief survey of physical and fossil geology. In-8°. London. . . . . 5 s.

Thomas Roscoe. London and Birmingham Railway. In-8°. 18 fine steel plates. . . . . 16 s.

Daniell. Study of chimical philosophy. In-8°. . . 16 s.

Miller. Treatise on cristallography. In-8°. . . 7 s. 6 d.

ALLEMAGNE.

Ier. SEMESTRE DE 1839.

Die Leipzig-Dresdner Eisenbahn. Für Dampfwegenreisende von Leipzig nach Dresden und von Dresden nach Leipzig. In-16, avec une carte. Leipzig. . . . . 8 gl.

Bencker (Ludwig). Aufmunterung zur Torfbenützung als Brennholzsurrogat, Streumaterial und Dungmittel, nebst Anleitung zum Aufsuchen, Bewirthschaften und Urbarmachen der Torfmoorgründe zur Förderung der Landwirthschaft herausgegeben. In-8, avec une planche. Bayreuth. . . . . 4 gl.

Central-Blatt der Gewerbe-und Handels-Statistik. Über die allgemeinen industriellen und gewerblichen Verhältnisse und Unternehmungen zur Belebung des öffentlichen Verkehrs, so wie der Zustände der Gewerbe, des Handels und der Industrie überhaupt in den deutschen Bundesstaaten. 1re année. 1839. In-4. Berlin. . . . . 4 th.

Karl Hartmann. Der Führer in das Reich der Wissenschaften und Künste. 2e vol., 6e partie; mines et usines. In-16. Leipzig. . . . . 12 gl.

Karl Löwig. Chemie der organischen Verbindungen. 1er vol., 2e livr. In-8. Zürich.

Runge. Technische Chemie der nützlichsten Metalle für Jedermann. 2e partie, avec 108 planches intercalées dans le texte. Berlin. . . . . 3 th.

Herder. Der tiefe meissner Erbstolln. Der einzige, den Bergbau der Freyberger Refier für die fernste Zukunst sichernde Betriebsplan. Avec une carte géognostique, une coupe et un plan. In-4, et 3 pl. in-fol. Leipzig. . . . . 4 th. 12 gl.

Schünemann. Praktische Metallurgie für Hüttenbeamte, Gold-, Silber- und andere Metallarbeiter, Mechaniker, so wie

für Gewerb- und Realschule. In-8, avec 8 planches. Quedlimbourg . . . . 1 th. 4 gl.

KARL HARTMANN. Der innern Gebirgswelt Schätze und Werkstätten, oder gemeinfaßliche Darstellung der Bergbaukunde. In-8, avec 6 planches. Stuttgart. . . . . 2 th. 6 gl.

SCHARRER. Deutschlands erste Eisenbahn mit Dampfkraft, oder Verhandlungen Ludwigs Eisenbahngesellschaft in Nürnberg, von ihrer Entstehung bis zur Vollendung der Bahn, mit Darlegung des Erfolgs ihres Betriebs. In-4. Nuremberg. . . . . 4 gl.

SYSTEMATISCHES CONCHYLIEN-CABINET VON MARTINI UND CHEMNITZ. Neuherausgegeben und vervollständigt von *H. C. Küster*. 5e vol., 1re partie. Nuremberg. 2 th.

BERZELIUS. Lehrbuch der Chemie. Aus der schwedischen Handschrift der Verfassers übersetzt von F. Wöhler. 8e vol., cah. 1 à 5; 9e vol., 1er cahier. In-8. Dresde et Leipzig.

EKENDAHL (von). Reisetaschenbuch für Höhergebildete, die zu ihrer Belehrung fremde Länder besuchen wollen. 1ster Theil. — Theoretisches und praktisches Lehrbuch für wißbegierige Reisende; enthaltend: Allgemeine Reiseregeln, so wie das Wissenswürdigste aus dem Gebiete der Erdkunde und Statistik, der Mineralogie, Hydrographie &c. In-12. . . . . 1 th. 16 gl.

LEONHARD (von). Naturgeschichte des mineral-reichs. Lehrbuch für offentlich Vorträge, besonders auch in Gymnasien und Realschulen, so wie zum Selbstudium. 2e partie, Géologie et Géognosie. In-8 avec 3 planches Heidelberg. . . . . 3 th.

ALTHANS. Grundzüge zur gänzlichen Ungestaltung der bisherigen Geologie, oder kurze Darstellung der Weltkörper-und Erdrinden Bildung. In-8, avec planches lithographiées. Coblence. . . . . 16 gl.

WIGAND. Begleiter auf dem Harze, sowohl für Lustreisende als auch in geognostischer, mineralogischer, botanischer, zoologischer und technischer Hinsicht. In-16. Berlin. 12 gl.

FREYTAG. Einige neue Erfahrungen und Mittheilungen aus dem Gebiete der Eisenhüttenkunde, Holzverkohlung &c. Für Berghütten- und Forstbeamte, Kameralisten. In-8. Quedlimbourg. 8 gl.

ITALIE.

1er SEMESTRE DE 1839.

APPENDICE. Proposta d'aggregare l'incanalamento del Po, fiancheggiandolo d'Argini, alla strada di ferro divisata da Milano a Venezia.

RAPPORTI DUE relativi alle miniere di Motevaso. — Firenze. In-4°.

RIPOSTA alle riflessioni economiche sul ferro, contro l'opinione del Rotondo che l'accrescimento del dazio sul ferro ha danneggiato le manifatture napoletane. — Napoli. In-8°.

NEGRI, INGEGNER. Manuale pratico per la stima delle case e degli opifici idraulici. — Firenze. In-8°.

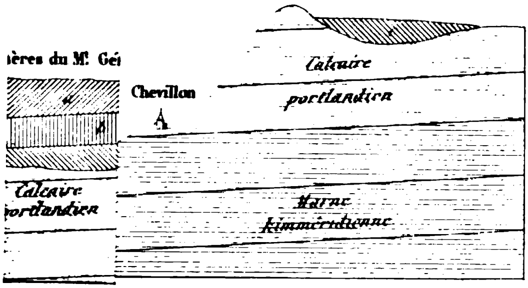
REGOLAMENTO organico-disciplinare della Società anonima pel rintracciamento, scavo e vendita dei combustibili fossili nel regno Lombardo-Veneto. In-8°. — Milano.

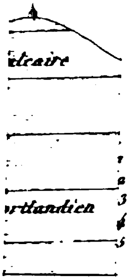
GIULIO-CESARE FORNARA. Corpi combustibili d'Italia, apparati di combustione, principii per ben regolarla.

GIUSEPPE BRUSCHETTI, INGEGNER. Manifesto d'associazione, ossia programma per la bonificazione dei terreni paludosi e vallivi di Lombardia. In-8°.

MELCHIORRE GIOJA. Filosofia della statistica. — Mendrisio. In-8°.

V du





LÉGENDE POUR LES FIG. 1 À 3.

Echelle des longueurs 0m,001 pour 125 mètres.
Echelle des hauteurs 0m,001 pour 3m,125.

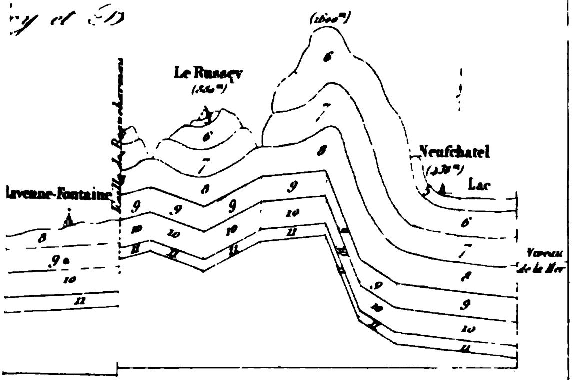
a	Assise supérieure	du terrain
b	Assise moyenne	néocomien (5)
c	Assise inférieure	de la Fig. 4.

LÉGENDE POUR LA FIG. 4.

Echelle des longueurs 0m,001 pour 1000 mètres.
Echelle des hauteurs 0m,001 pour 50 mètres.

1	Terrain diluvien.	6	3e étage jurassique.
2	Craie.	7	2e étage jurassique.
3	Gault.	8	1er étage jurassique.
4	Terrain des Sables verts.	9	Terrain liassique.
5	Terrain néocomien.	10	Terrain keupérien.
		11	Terrain de muschelkalk.

y et D

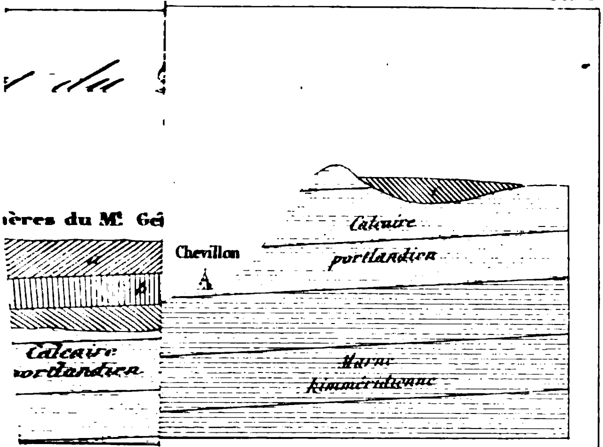


Neufcha

errain qu'emb

Gravé par [illegible]

Pl. I.



LÉGENDE POUR LES FIG. 1 à 3.

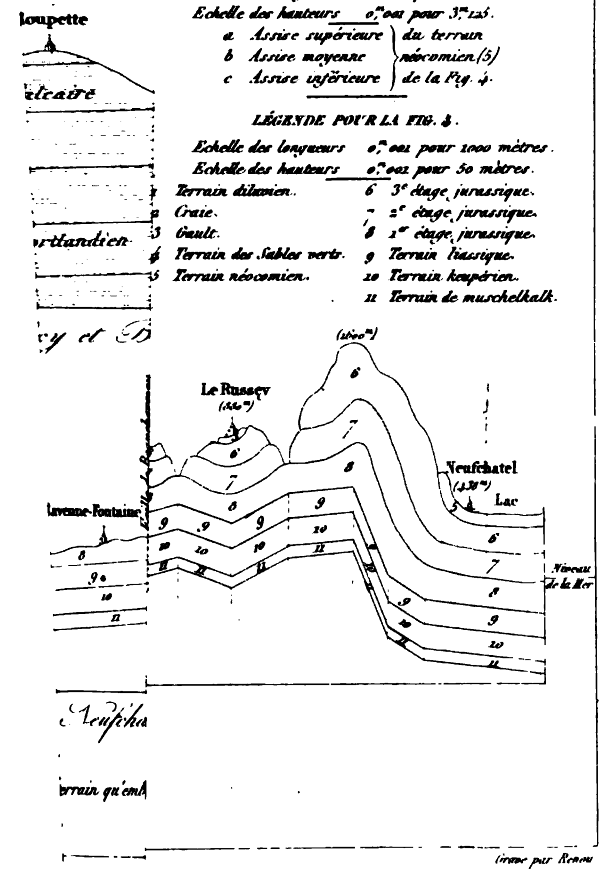
Echelle des longueurs 0m,001 pour 125 mètres.
Echelle des hauteurs 0m,001 pour 3m,125.

a Assise supérieure	du terrain	
b Assise moyenne	néocomien (5)	
c Assise inférieure	de la Fig. 4.	

LÉGENDE POUR LA FIG. 4.

Echelle des longueurs 0m,001 pour 1000 mètres.
Echelle des hauteurs 0m,001 pour 50 mètres.

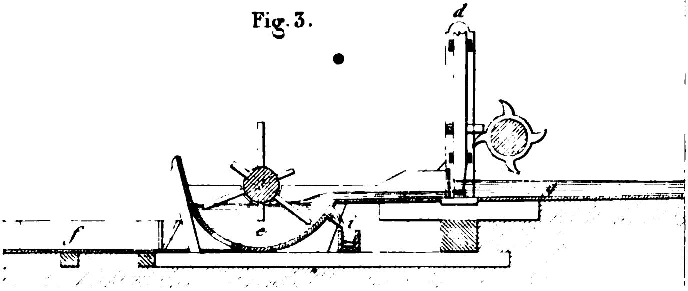
1 Terrain diluvien.	6 3e étage jurassique.
2 Craie.	7 2e étage jurassique.
3 Gault.	8 1er étage jurassique.
4 Terrain des Sables verts.	9 Terrain liassique.
5 Terrain néocomien.	10 Terrain keupérien.
	11 Terrain de muschelkalk.



Gravé par Renou

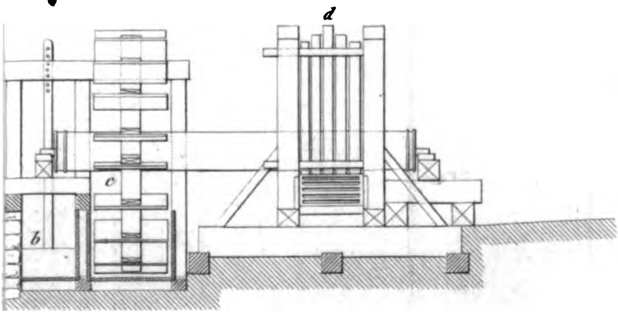
...nerais de fer.

Fig. 3.



Coupe suivant C D de Fig. 2.

Fig. 4.



Coupe suivant E F de Fig. 2.

Echelle.

3 4 5 6 7 8 9 10 mètres

Gravé par Renau

…rage des Mines.

Fig. 1re

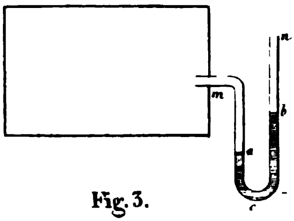


Fig. 3.

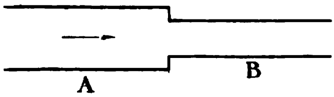


Fig. 4.

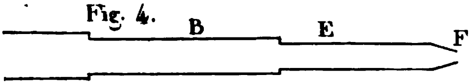
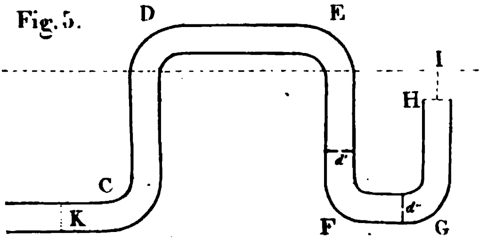


Fig. 5.



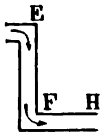
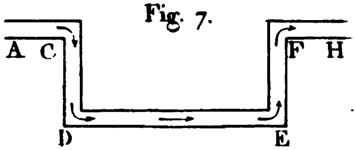


Fig. 7.



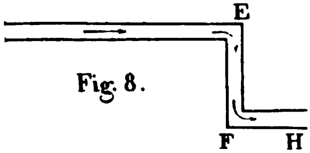
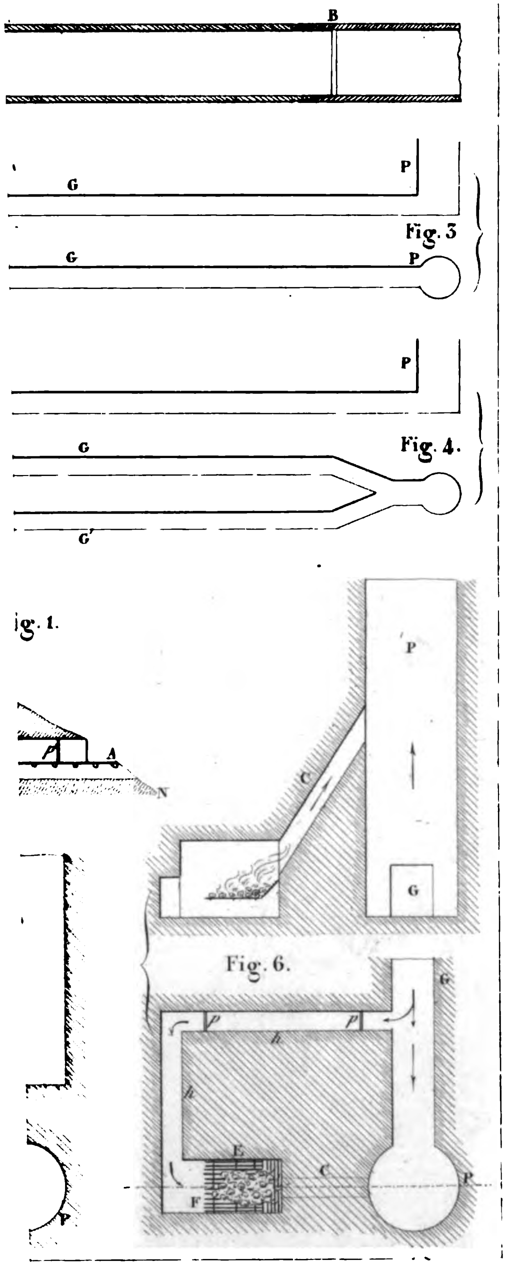


Fig. 8.

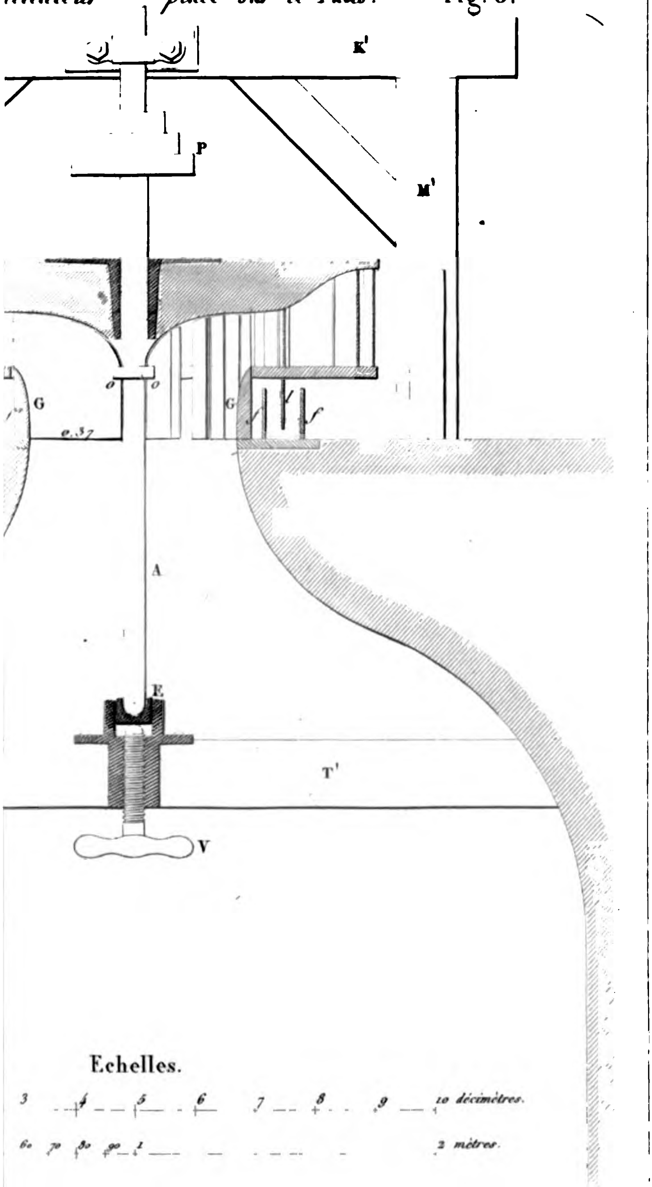
ge des Mines.



Gravé par Renou

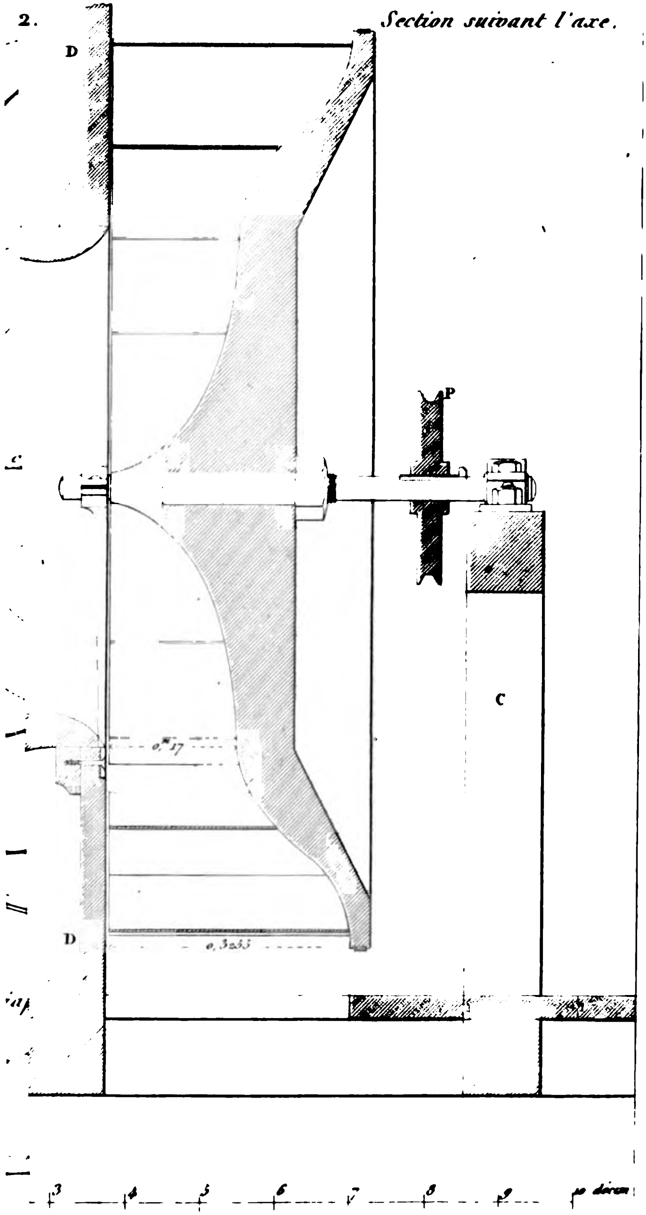
...uits de mine.

...tilateur placé sur le Puits. Fig. 3.

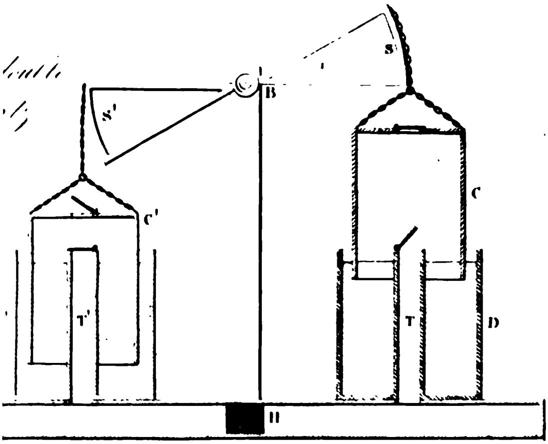


Gravé par Benon

2. *Section suivant l'axe.*



Gravé par Renou.



Lampe de sûreté de M.r Dumesnil.

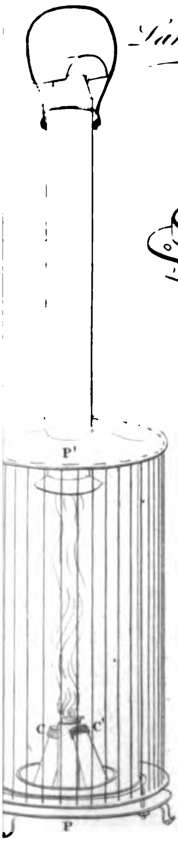
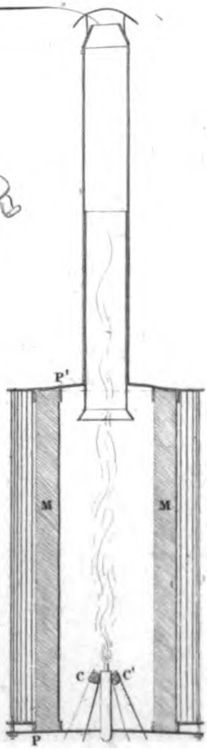
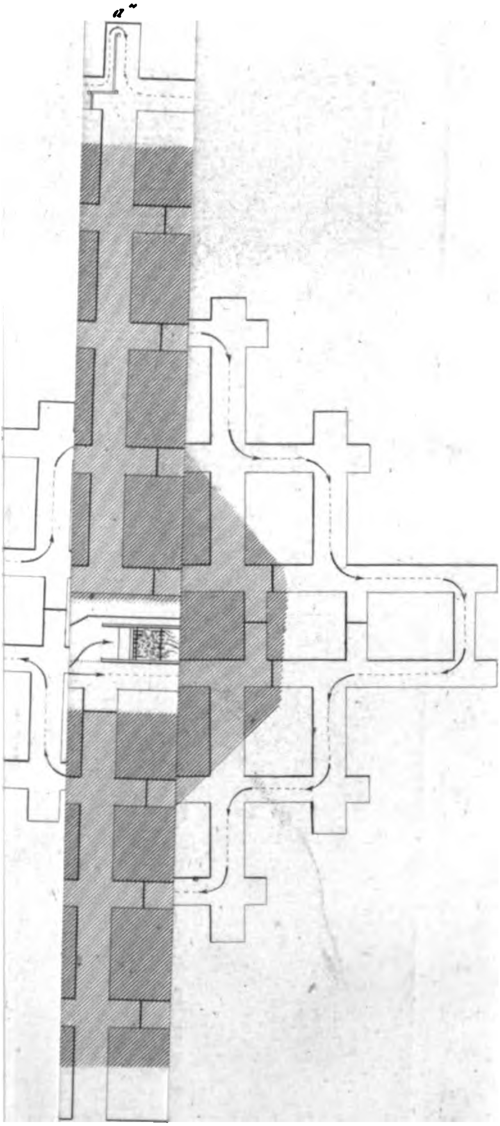




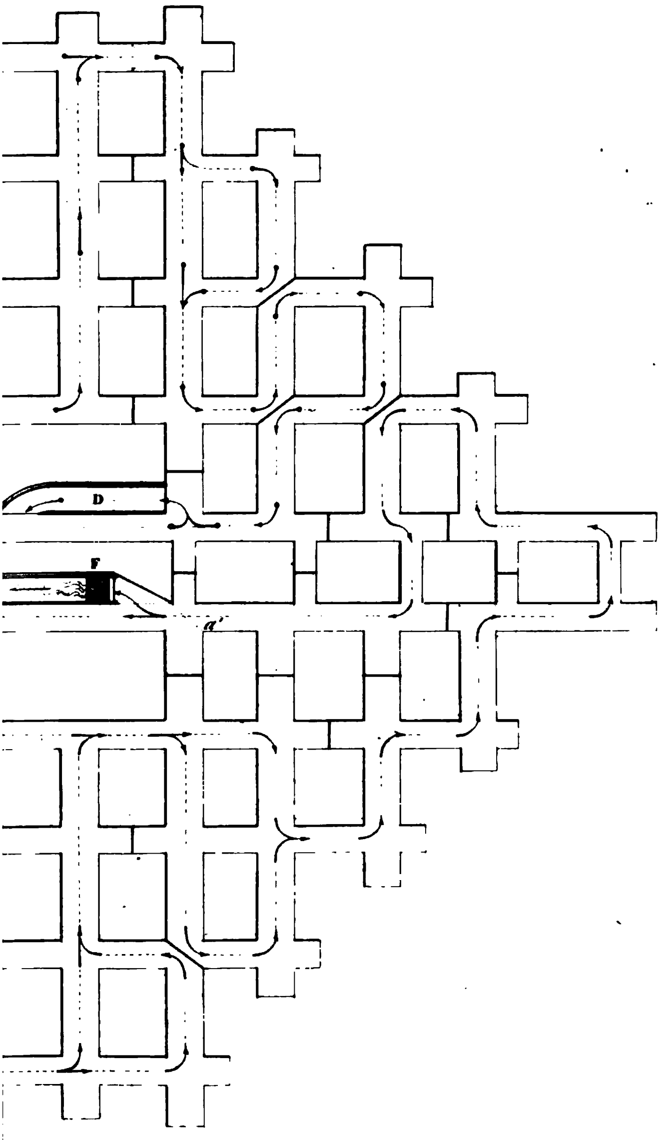
Fig. 4.



Gravé par Renou.



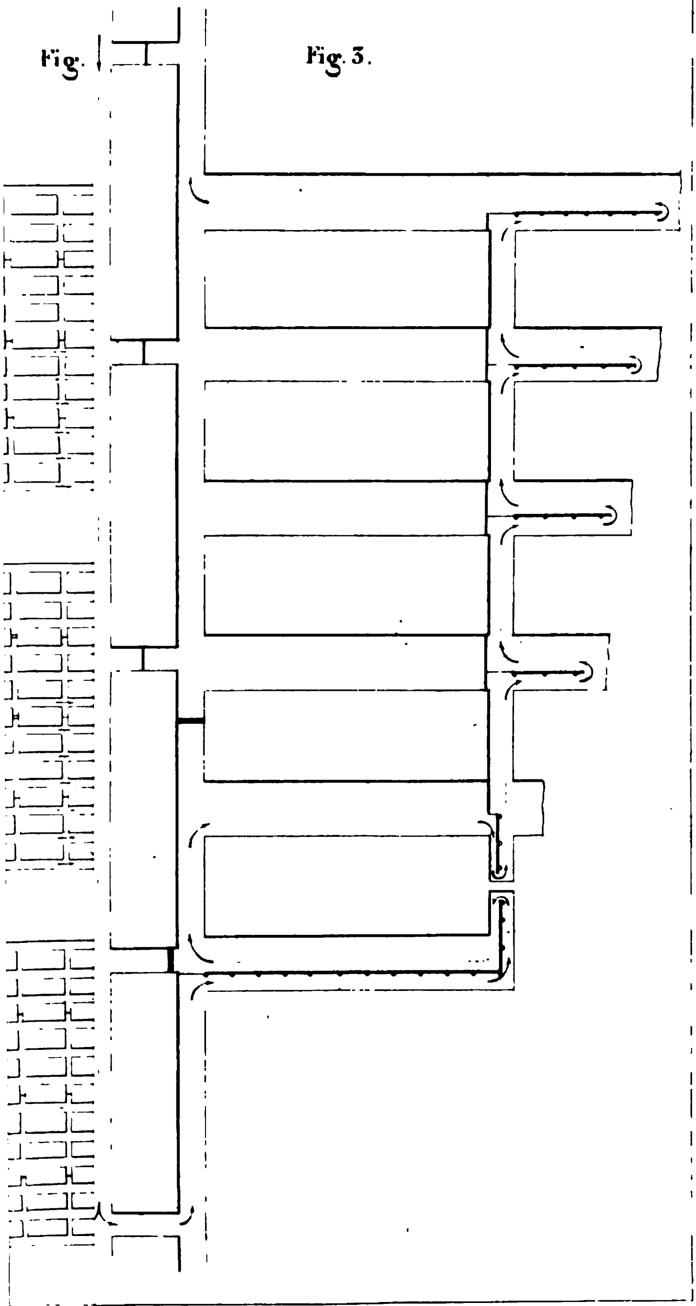
Gravé par Renou



Gravé par Renou

Fig.

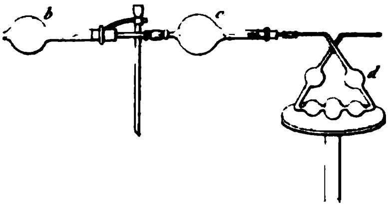
Fig. 3.



Gravé par Renou

...tion quantitative de l'Ammoniaque.

Fig. 1.



...des cristaux de gypse par la chaleur.

Fig. 2.

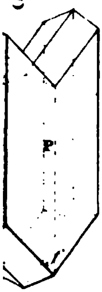


Fig. 3.

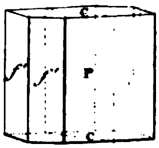


Fig. 4.

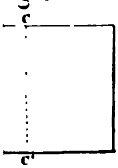
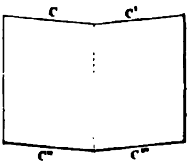


Fig. 5.



...s profonds.





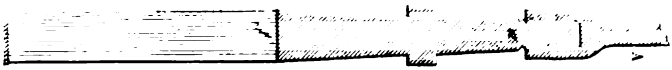
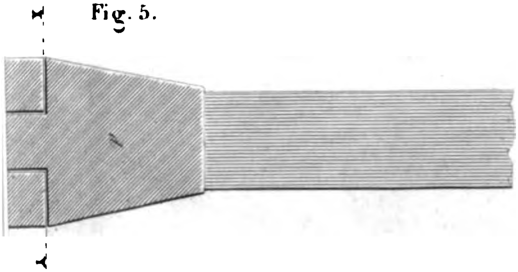
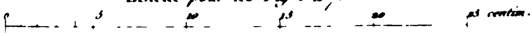


Fig. 5.



3 mètres.

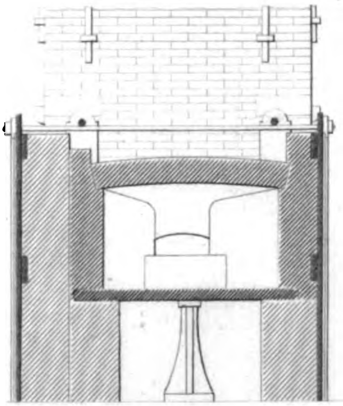
Echelle pour les Fig. 3 à 7.



Gravé par Ren...

Fig. 5.

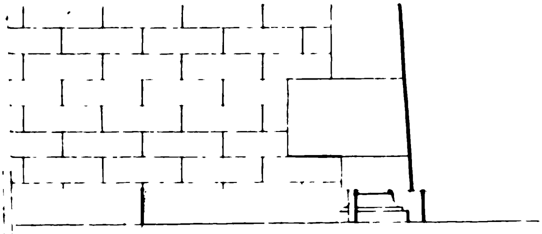
Coupe transversale suivant GH de la fig. 2.



Gravé par Renou

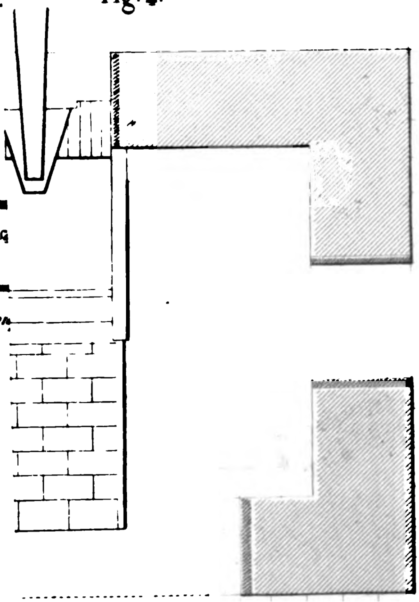
XV. page

Fig. 3.



Elévation suivant G H *de Fig. 2.*

Fig. 4.



au niveau C D *de Fig. 1.*

Gravé par Renou